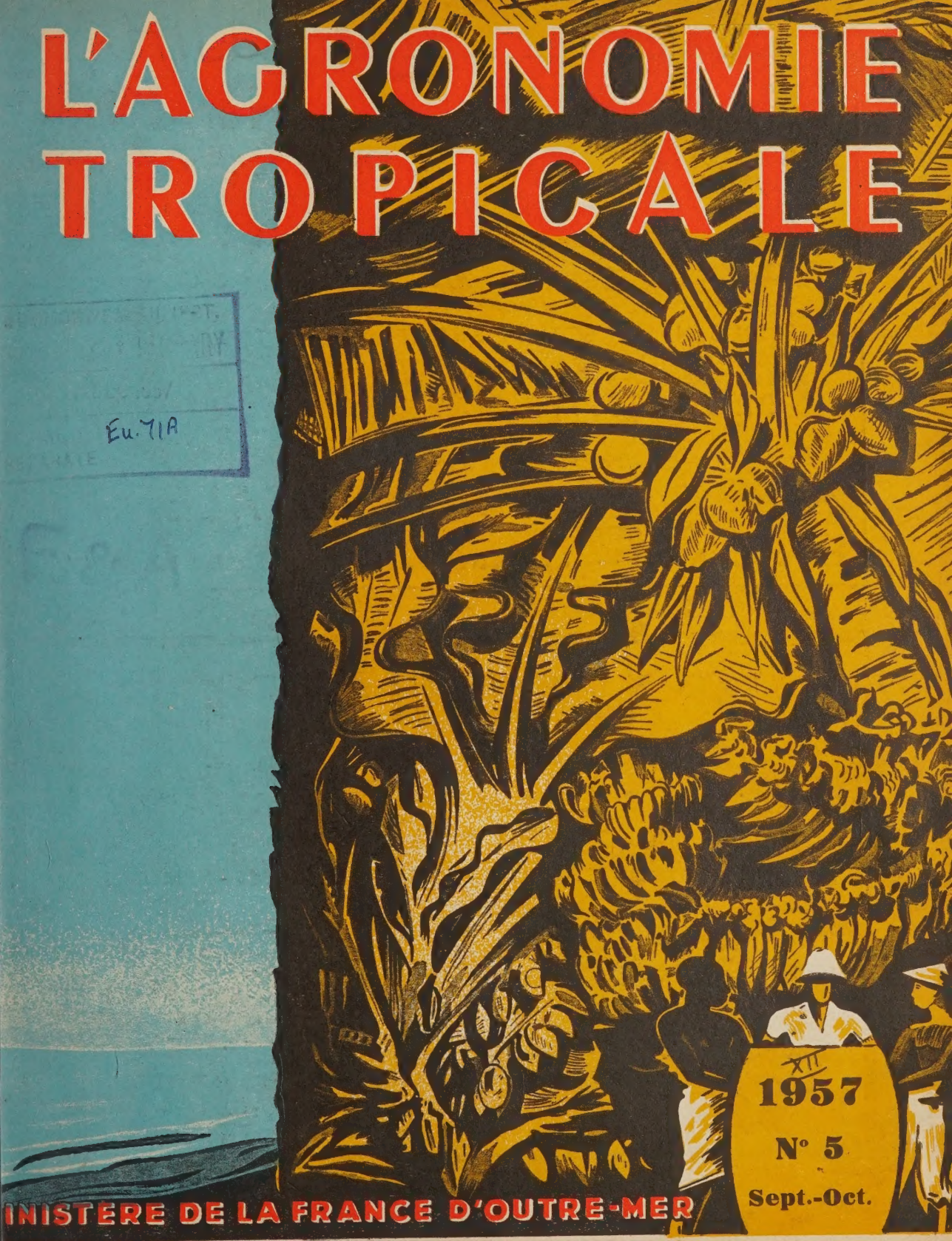
L'AGRONOMIE TROPICALE

Eu. 71A



XII
1957
N° 5
Sept.-Oct.

INISTERE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

HYPERPHOSPHATE

ET ENGRAIS COMPOSÉS

Réno

FERTILISENT et RECALCIFIENT LES TERRES TROPICALES
PAR LEUR ACTION

PROGRESSIVE
SOUTENUE
TOTALE

C. N. A. H. R. — 58, Rue Galilée. — PARIS (8e)

GUIDETTI

TOUT POUR LE TRAITEMENT DU PADDY

●

DÉCORTIQUEUSES - BLANCHISSEUSES - POLISSEUSES - TRIEUSES

S'ADRESSER A NOS AGENTS EXCLUSIFS POUR LA VENTE :

C.N.F. à Maradi, Zinder, Conakry, Bamako
NO.SO.CO. à Dakar
C. F.C.I. à Abidjan, Bobo-Dioulasso · U.A.C. à Lomé
J. WALKDEN à Cotonou · KING MOTORS à Douala
S. C. K. N à Fort-Lamy, Brazzaville, Bangui, et Pointe-Noire
HATTON et COOKSON à Libreville et Port-Gentil

AGENCE DE CES SOCIÉTÉS A PARIS :

Cie **DU NIGER FRANÇAIS** — 157, BOULEVARD HAUSSMANN — BAL. 71-40 (10 lignes groupées)

L'AGRONOMIE TROPICALE

PUBLICATION BIMESTRIELLE DU MINISTÈRE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER
Direction de l'Agriculture, de l'Elevage et des Forêts
Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

Administration : Centre Technique d'Agriculture Tropicale, 45 bis, av. Belle-Gabrielle, Nogent-s-Marne (Seine) - Tél. TRE. 34-90, 34-91

Volume XII - 1957

NUMÉRO **5** SEPT.-OCT.

SOMMAIRE

ÉTUDES ET TRAVAUX :

G. BACHELIER. — Etude pédologique de la zone du volcanisme récent au Sud-Est de Ngaoundéré (Cameroun) 551

Pierre DUBLIN. — Biologie florale du *Coffea Dewevrei* de WILD, race *Excelsa* A. Chevalier. Ire Partie : Microsporogénèse et Etude du Gamétophyte mâle 576

Yvonne VEYRET. — Les chromosomes somatiques chez quelques espèces de *Pennisetum* 595

H. JACQUES-FÉLIX et CHEZEAU. — Sur une relation entre le climat, le type de végétation et l'évolution d'un sol en zone intertropicale 599

P. CACHAN. — L'Hispidae mineur *Cælaenomenodera Elaeidis* MAUL. Parasite du palmier à huile dans la zone guinéenne 610

NOTES ET ACTUALITÉS 633

Un exemple de Communauté rurale modernisée. La culture en association, 633. — Colloque international sur la qualité végétale, 640.

DOCUMENTATION 647

Ouvrages et documents généraux, 647. — Extraits bibliographiques, 648. — Bibliographie analytique, 655.

ACTES OFFICIELS 660

Défense des cultures, 660. — Mise en valeur, 662.

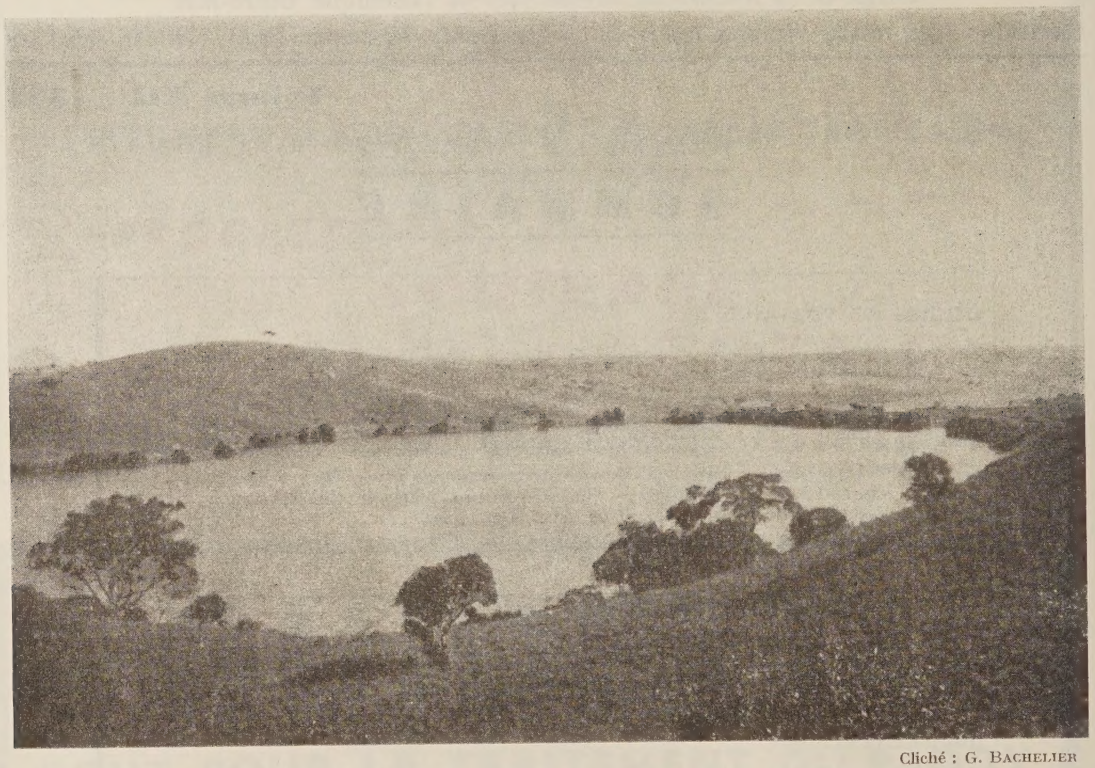
STATISTIQUES 666

Principaux produits agricoles et forestiers exportés des territoires d'Outre-Mer, 666.

	ABONNEMENTS ANNUELS (six fascicules et les suppléments)		Chaque fascicule séparément et le supplément correspondant
	" L'Agronomie Tropicale "	Documentation analytique	
FRANCE ET UNION FRANÇAISE..	4.500 francs	500 francs	800 francs
ÉTRANGER	5.000 francs	600 francs	850 francs

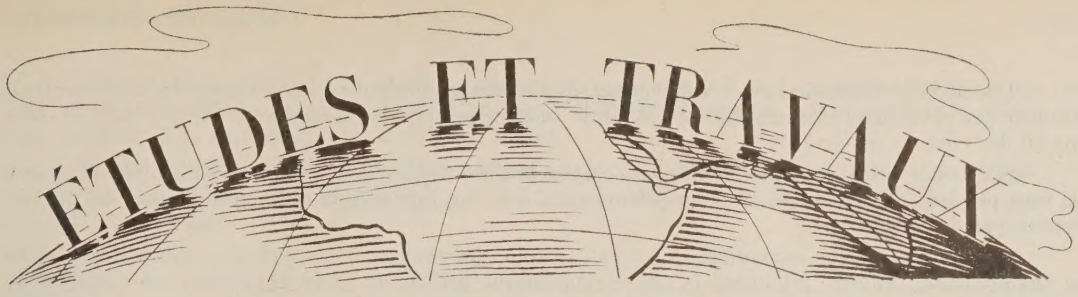
Le montant des abonnements doit être adressé à la « Régie des Recettes », Centre Technique d'Agriculture Tropicale 45 *bis*, Avenue de la Belle-Gabrielle, Nogent-sur-Marne (Seine). — C/c. Paris 9067.50

Pour la publicité dans **L'AGRONOMIE TROPICALE**, s'adresser à Regico, 12, rue de l'Isly, Paris (8e)
Téléph. Laborde : 33-23.



Cliché : G. BACHELIER

Lac de cratère (lac M'Balang). Massif de l'Adamaoua (Cameroun).



ÉTUDE PÉDOLOGIQUE DE LA ZONE DU VOLCANISME RÉCENT AU SUD-EST DE NGAOUNDÉRÉ (Cameroun)

par

G. BACHELIER

INTRODUCTION ÉCOLOGIQUE

Ce rapport et la carte qui l'accompagne répondent à la demande qui nous a été faite de «délimiter dans l'Adamaoua les sols bruns fermés sur les produits du volcanisme récent». Ils forment une suite à nos précédents rapports pédologiques*, dont ils reprennent localement certaines données.

Géologie

A travers les migmatites et les vieux granits du socle précambrien sont venus des granits plus récents et non déformés qui forment actuellement les massifs de Ngaoundéré et du kilomètre 80.

Après une période d'érosion intense correspondant pour les géologues à la formation des grès du Djerem, le socle précambrien pénéplanisé s'est trouvé recouvert par les basaltes de plateaux compacts et à olivines qui représentent le **volcanisme ancien**.

On date habituellement ce volcanisme du fin crétacé-début tertiaire. Il a eu une très grande extension et on le retrouve jusque dans l'Ouest-Cameroun avec les hauts-plateaux bamoun et bamiléké actuellement séparés des hauts-plateaux de l'Adamaoua par la plaine Tikar et la vallée du Mbam.

Sur la carte, les basaltes des plateaux en général peu épais ceinturent les massifs granitiques et laissent apparaître un peu partout le socle et les granits récents remis en surface par l'érosion.

Ce volcanisme ancien a été suivi d'un **volcanisme moyen**, beaucoup plus localisé, souvent de type péléen et en général représenté par des trachy-andésites.

Bernard Gézé dans l'ouest-Cameroun le date du pliocène (fin tertiaire) à début quaternaire.

Pour l'Adamaoua, il a donné les trachy-andésites et les phonolites des monts Ganha, mais il ne se trouve pas représenté sur la carte.

Enfin, au quaternaire, un dernier réveil du volcanisme, cette fois de type vulcano-strombolien, a donné des scories et des basaltes plus ou moins bulleux qui constituent le **volcanisme récent**.

* Cf. liste jointe en annexe.

Note de la Rédaction. — Les articles publiés dans *L'Agronomie Tropicale*, quelle que soit la personnalité ou la fonction de leur auteur, n'expriment qu'une opinion personnelle et ne sauraient être considérés comme une indication de la politique ou des intentions du Département.

Les édifices d'émission de ce volcanisme se sont remarquablement bien conservés et s'orientent selon un jeu de failles, où seuls les volcans de la cassure principale (nord-ouest, ouest à sud-est, est) ont eu des coulées importantes.

Six de ces volcans ont donné naissance à des lacs de cratère dont cinq subsistent actuellement et, tant par leur diversité que par leur pittoresque, ces cinq lacs contribuent grandement à l'intérêt touristique de la région.

Autre conséquence secondaire de ce volcanisme, des sources d'eau juvénile, minéralisée, salée ou chaude (dites lahorés) jalonnent la chaîne volcanique principale ; très appréciées des troupeaux, ces sources sortent malheureusement près des cours d'eau et demandent des aménagements actuellement à l'étude *.

Hydrographie

Si on considère sur la carte l'orientation des coulées volcaniques, on constate, qu'à leur époque les grandes lignes du réseau hydrographique étaient les mêmes qu'actuellement car, ces coulées n'ont fait que suivre des dépressions, dont elles ont divisé les cours d'eau primitifs en deux nouveaux cours d'eau, qui maintenant les limitent.

Les coulées des volcans Biltal, Lanpaa, Virni et N'Dang ont ainsi occupé les dépressions d'anciens cours d'eau, affluents de la Vina.

Caractéristique aussi est la coulée du Marbouille ; très longue et très étroite, elle est rigoureusement encadrée par deux cours d'eau qui, en fin de coulée, se rejoignent dans la vallée primitive.

Cette coulée, de plus, a barré la haute vallée du Marbouille en y déterminant une dépression encore localement marécageuse en saison sèche.

Car, à côté des comblements de vallées et de la division consécutive des cours d'eau, les coulées ont aussi produit des engorgements et créé des dépressions lacustres ou marécageuses qui se sont comblées ou continuent lentement à se combler.

Exception faite des quelques petites dépressions marécageuses qui, au nord, se rattachent au bassin de la Dibi, toutes les autres plaines alluviales de la carte (y compris la grande plaine de la Vina) ont été déterminées, ainsi que nous pouvons le constater, par des barrages de coulée volcanique et cette carte de la « zone du volcanisme récent » pourrait aussi bien se dénommer « carte de la haute-Vina sud », étant donné le caractère très particulier de l'hydrographie locale.

En saison des pluies, toutes ces plaines alluviales sont inondées et donnent au pays un caractère d'autant plus curieux que nous sommes à plus de 1.100 m, juste en bordure de la ligne de partage des eaux, entre la mer et la cuvette tchadienne, ligne matérialisée sur la carte par la route qui part à l'Est de Ngaoundéré vers les monts Ganha.

En saison sèche, la plus grande partie de ces plaines est asséchée et il serait intéressant de pouvoir en modifier aisément la flore herbacée pour les transformer en pâturages en évitant ainsi les grandes transhumances saisonnières vers le sud **.

Climatologie (cf. schéma)

Situés entre 1.000 et 1.500 m, les hauts-plateaux de l'Adaïmaoua possèdent un climat subtropical à régime des pluies dit tropical de transition.

La saison sèche s'étend de novembre à mars-avril, pratiquement sans précipitations, et la saison des pluies d'avril à novembre avec un maximum des précipitations en juillet. La pluviométrie est de 1,50 m à 1,60 m.

Le maximum moyen de température est compris entre 26° C et 28° C et le minimum moyen se situe autour de 16° C.

* Cf. en fin de rapport annexe sur ces lacs et sur ces sources.

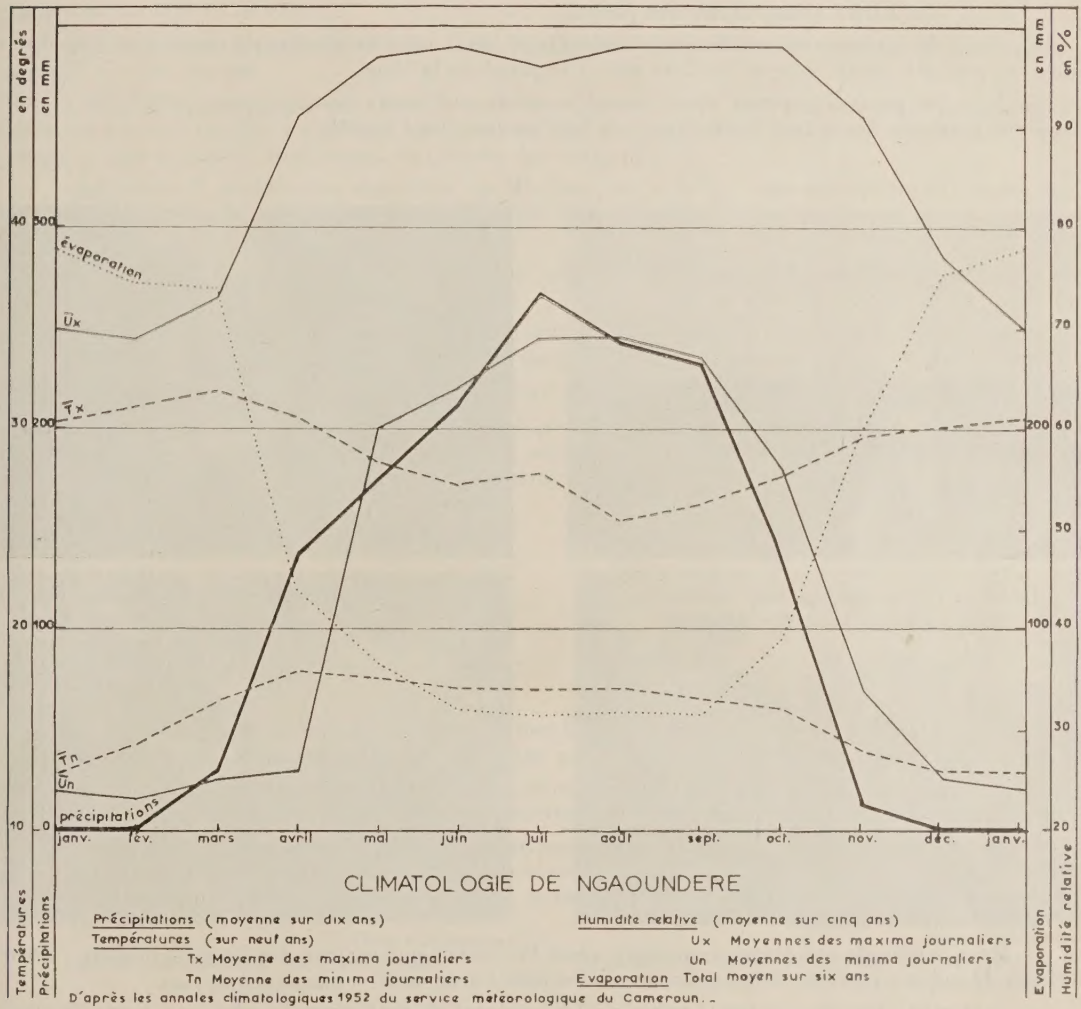
** Des recherches dans ce but sont actuellement entreprises dans l'Adamaoua par les services de l'Elevage et des Eaux et Forêts.

Cf. aussi les conclusions du rapport pédologique sur la zone d'amélioration des pâturages (Rapport n° 5 de la liste bibliographique ci-jointe).

A Ngaoundéré (altitude 1.120 m), la pluviométrie est de 1,58 m, la température moyenne de 22° C avec des extrêmes absolus de 9,5° C et 35° C ; l'humidité relative moyenne, vers le milieu du jour, varie de 35 % en février-mars à 85 % en juillet.

Le climat très agréable de ces hauts-plateaux rappelle souvent celui des régions tempérées.

Les quelques courbes climatologiques ci-jointes en résument les principaux facteurs pour la ville de Ngaoundéré.



Végétation

Le plateau de l'Adamaoua est recouvert par une forêt clairsemée à *Lophira alata*, *Daniella oliveri*, *Parkia filicoidea* et *Terminalia macrocarpa* ou *T. dewevrei*, avec un sous-bois à *Anona*, *Protea* et *Hymenocardia*.

Sur les terres rouges issues du volcanisme ancien, il semble que les *Lophira* et les *Daniella* soient d'autant mieux développés que le socle granitique est plus proche.

Sur les terres rouges profondes de la région cartographiée, il nous faut citer plusieurs arbres ou arbustes qui fournissent des fruits comestibles en début de saison des pluies (fin avril, début mai).

Syzygium guineense (Myrtacée).

Xymenia americana (Olacacée) ;

Anona senegalensis (Anonacée) ;

Sur les terres plus riches (sols bruns ou sols rouges rajeunis), on peut encore rencontrer :

Le karité (*Butyrospermum parkii*).

Le palmier ronier (*Borassus aethiopium*), dont nous avons signalé sur la carte un peuplement au pied du volcan Nder en bordure sud de la plaine de la Vina.

Avec les premières pluies apparaissent aussi de nombreux champignons, parfois de grande taille, et plusieurs fleurs très décoratives tels les *Costus* et les *Crinum*.

Cliché G. Bachelier.

Le Biltal, volcan photographié du Soulindé, autre édifice de la chaîne volcanique.

Cliché G. Bachelier.

« Lahoré » Baoua : Source salée et gazeuse située en bordure d'un ruisseau. Les branches fichées dans la source sont destinées à empêcher les bœufs de tomber dedans, la profondeur y étant de plusieurs mètres.

Les pentes des volcans sont recouvertes d'une strate graminéenne assez dense et appréciée du bétail qui, en se déplaçant le long de ces pentes, a fini par y créer une série de marches.

Très différente est la flore des plaines inondées en saison des pluies, dont les herbes ligneuses ou coupantes sont en général impropres à la nourriture du bétail.

En janvier et février, le feu est régulièrement mis aux herbes. Plusieurs avantages en résultent : chasse organisée pendant le feu, circulation plus aisée après ,tiques du bétail détruites, chétive repousse de l'herbe broutée par les troupeaux en déplacement, apport des cendres parfois utile pour les cultures de mil de la saison suivante.

Mais, à côté de ces divers avantages, reste l'inconvénient majeur des feux de brousse : offrir des sols dénudés à l'action violente des premières pluies orageuses.

A ce sujet, dans les bas-fonds argileux, il est courant de pratiquer « l'écobuage » avant de planter le mil.

Cette technique, qui consiste à couper le tapis herbacé en dessous des racines et à le retourner en billons pour le brûler, permet une mobilisation des éléments nutritifs, mais détruit complètement le sol et ne devrait être employé que très rarement et dans certains cas très précis (sol de bas-fonds à horizon de gley trop proche par exemple) *.

* Cf. annexe à l'étude pédologique de la Vina. Modifications physiques et chimiques du sol apportées par la technique de l'écobuage.

Population et activités économiques

Les populations sont essentiellement représentées par les Foulbès ; conquérants musulmans venus du nord (on suppose d'Ethiopie), ils se sont depuis fortement métissés et le type primitif à teint clair se rencontre de plus en plus rarement.

A Ngaoundéré, capitale de « lamidat », le chef ou lamido entretient une petite cour de dignitaires et de guerriers, plus ou moins anoblis, autour de laquelle s'est fixée une population foulbé accompagnée de nombreux serviteurs.

Actuellement, sous l'influence du trafic routier et du commerce, les « quartiers d'étrangers » tendent à se développer.

Dans les campagnes, à part Dibi, situé en bordure de route, les villages sont de peu d'importance, et souvent réduits à quelques cases, encore que jusqu'à présent l'Administration, à tort ou à raison, se soit opposée à l'isolement en brousse des indigènes.

Agriculteurs, pêcheurs et chasseurs, les Mboums, qui sont les vrais autochtones, forment, souvent avec les Bayas, les serviteurs des Foulbés qui, autrement, les imposent plus ou moins en argent et en travail.

Les Bororos, pasteurs nomades, vivent avec leurs troupeaux et n'ont que des relations commerciales avec les indigènes et les Européens.

Ces derniers, bien que peu nombreux, trouvent dans l'Adamaoua un climat salubre et quelques-uns s'y sont fixés avec leur famille, vivant de l'élevage ou des cultures potagères.

Le mil, nourriture de base des indigènes, forme la principale culture du pays.

Par suite de l'altitude et du climat, la plupart des cultures potagères des pays tempérés ont pu être réalisées avec succès, et deux centres de maraîchages se sont créés : maraîchages administratifs de la Vina et maraîchages privés du lac M'Balang.

Cliché G. Bachelier.
Aspect caractéristique des zones boisées sur sols granitiques.

Cliché G. Bachelier.
Effondrement ou lavaka formée habituellement à la tête des ruisseaux dans les granitiques profonds.

Le marché est toutefois trop limité pour une grande extension de ces initiatives et la vocation économique du pays reste celle de l'élevage, pour lequel de remarquables réalisations ont déjà été faites, tels le centre zootechnique de Wakwa, très apprécié des indigènes, ou l'abattoir à chambres froides, proche du terrain d'aviation de Ngaoundéré.

Nul doute que la transformation des plaines alluviales en pâturages de saison sèche, si on arrive à la réaliser économiquement, ne permette, avec la suppression des transhumances saisonnières, une charge plus grande en bétail.

LES SOLS

Les sols formés sur les roches volcaniques forment dans l'Adamaoua une série continue depuis les sols peu évolués sur basalte récent, jusqu'aux sols ferrallitisés sur basalte ancien.

L'âge de la roche-mère détermine en effet le degré d'évolution de ces sols qu'une topographie locale ou un micro-climat particulier peut cependant avancer ou retarder.

Les sols formés sur les produits du volcanisme récent s'avèrent sous les tropiques plus particulièrement intéressants car chimiquement très riches et physiquement remarquables.

La cartographie de ces sols forme le but de notre travail et, nous ne nous sommes pas attardé à combler les blancs de la carte qui correspondent à des zones dépourvues de basalte récent. Par contre, nous ne pensons pas avoir oublié de volcans ou coulées volcaniques quaternaires.

Roche-mère	Sols
Basalte récent plus ou moins scoriacé (type Biltal)	Sols foncés bruns
Quaternaire récent, éruptions stromboliennes et vulcaniennes ..	brun-rouge.
Basalte sub-récent, quaternaire (type Wakwa), éruptions stromboliennes	brun-rouge.
(Pour mémoire : trachy-andésites du volcanisme moyen non représentées sur cette carte).	
Basalte ancien (début tertiaire) Eruptions hawaiiennes	Sols brun-rouge à rouge. *a*) en place, *b*) de recouvrement, *c*) à cuirasse de nappe ou de contact. Sols jeunes ou rajeunis.

Cliché G. Bachelier.

Vallée obstruée par le Biltal et transformée en zone marécageuse (photographie prise du Biltal).

C'est dans cet ordre, qui est aussi celui de leur pédogénèse, que nous étudierons ces sols volcaniques.

Nous rappellerons ensuite plus brièvement les propriétés essentielles des sols formés sur granit, puis résumerons la pédogénèse des grands types de sols hydromorphes et terminerons en donnant quelques indications sur les principales cuirasses de l'Adamaoua, les lahorés et les lacs de cratère.

Pour illustrer chaque type de sol, nous avons choisi un ou plusieurs profils types que nous avons analysés en détail.

Les résultats analytiques se trouvent groupés dans un tableau à la fin de ce rapport avec une annexe sur l'expression des résultats et les méthodes d'analyse employées.

I. — LES SOLS FONCÉS FORMÉS SUR LES PRODUITS DU VOLCANISME RÉCENT

L'étude de ces sols nous a amené à distinguer au moins deux périodes dans le volcanisme récent, d'où dans notre précédent tableau la **distinction entre les basaltes récents et les basaltes sub-récents.**

Les édifices volcaniques représentatifs de ces deux émissions sont d'ailleurs différemment conservés.

Le Biltal par exemple forme un beau cône volcanique à forte pente alors que les restes des volcans de Wakwa sont réduits à des hauteurs séparées et fortement érodées.

Du point de vue pédologie, cette distinction se traduit par le fait que les sols reposant sur les basaltes récents sont des sols bruns, alors que les sols reposant sur les basaltes sub-récents sont plus évolués, plus ferrallitisés et déjà de couleur brun-rouge.

Cette distinction n'est toutefois pas absolue car, dans des conditions particulières de topographie et de micro-climat, un sol brun sur basalte récent a pu évoluer rapidement pour se présenter actuellement sous forme d'un sol brun-rouge.

Inversement, l'érosion a pu, dans un sol brun-rouge, rapprocher le basalte sub-récent de la surface et ce dernier, jouant alors comme un basalte récent, redonne un sol brun, mais en général il reste toujours des vestiges de l'ancien sol qui apparaît alors remanié et rajeuni.

Nous verrons plus en détail ce processus de rajeunissement avec les sols rouges formés sur basalte ancien, où il est bien plus net.

Nous pouvons résumer ainsi la série évolutive des sols formés sur les produits du volcanisme récent :

a) Les premiers, assez arbitrairement distingués, sont formés par un **ensemble caillouteux** de basaltes, souvent bulleux et peu altérés, inclus dans un horizon brun foncé à très belle structure et d'épaisseur très variable, allant de quelques dizaines de centimètres à un mètre et plus.

Cliché G. Bachelier.
Sol brun juvénil sur basalte récent (lac Tissong).

Echantillons choisis :

AD^{53} 50-1 .. Volcan du lac Tissong
AD^{56} 8-1 .. Volcan Bonetaïl

Dans les dépressions, ces sols deviennent brun-gris très foncé, sont très organiques et renferment un chevelu radiculaire important.

Echantillon choisi :

AD^{56} 5-1 ..... Dépression dans la coulée du Biltal.

b) Suivent les **sols bruns** plus ou moins foncés, à belle structure grumeleuse, bonne porosité et bonne perméabilité.

Ces sols sont déjà lessivés et généralement vers 20 cm on passe à un horizon plus argileux et plus clair, qui peut se prolonger jusqu'à 1 mètre et plus.

Echantillons choisis :

AD^{53} 7-1 et 7-2 ..... Petit volcan à l'ouest de la route de Ngaoundéré.
AD^{56} 4-1 ..... Au pied du Biltal
AD^{56} 6-1 ..... Volcan du lac Sabéréion (Terrain Ménager)

c) Viennent ensuite les **sols brun-rouge**, qui peuvent provenir d'une évolution plus poussée de certains sols formés sur basalte récent, mais qui habituellement correspondent aux sols formés sur les basaltes sub-récents.

Tel est le cas des échantillons choisis :

sol riche : AD^{56} 1-1	Coulée du Mabala au nord-ouest de Dibi
sol pauvre : AD^{53} 38-1 à 3.....	Sol lessivé de pente. Ferme de Wakwa.

Des analyses précédemment faites sur les sols de l'Adamaoua, comme des échantillons ici choisis et analysés, il ressort les considérations suivantes :

Granulométrie.

Les sols bruns possèdent une forte teneur en limon et apparaissent sur le schéma granulométrique sablo-limoneux, argilo-limoneux ou même argilo-sableux, mais rarement argileux (accumulations de terre brune ou bas de pente).

Les sols brun-rouge, par contre, sont le plus souvent argileux, et montrent, pour le limon, des valeurs identiques à celles des sols rouges sur basalte ancien : les éléments grossiers y font généralement défaut.

Minéralogie.

Les sables des sols bruns sont essentiellement constitués par des débris volcaniques plus ou moins altérés, des concrétions silicoferrugineuses caractéristiques des sols en voie de latéritisation et des quartz aux arêtes vives ou émoussées, généralement remontés du socle, mais dont certains sont peut-être de néoformation (?).

On peut aussi y trouver des cristaux d'olivine (très nombreux dans l'échantillon AD^{53} 50-1), des octaèdres de magnétite et des petits morceaux d'obsidienne.

Dans les sables des sols brun-rouge, les débris volcaniques se font beaucoup plus rares et les concrétions silico-ferrugineuses beaucoup plus nombreuses. En profondeur, les débris de basalte altérés renferment souvent des géodes de calcédoine, caractéristiques d'un départ massif de la silice qui localement flocule.

On peut encore noter, dans ces sols brun-rouge, la présence de concrétions ferrugineuses, plus ou moins durcies et hématisées, qui correspondent à une nappe phréatique (terrain de la ferme de Wakwa) ou, dans d'autres sols, la présence de petites concrétions ferrugineuses d'apport, souvent patinées.

Dans les fractions argileuses, la kaolinite apparaît le minéral essentiel et les hydroxydes de fer et d'alumine sont d'autant plus abondants que les sols sont plus rouges et plus évolués.

Analyses totales aux trois acides et degré de latéritisation.

Cette diminution de la silice avec augmentation des hydroxydes de fer et d'alumine, quand on passe des sols bruns aux sols brun-rouge, nous est confirmée par les analyses totales.

Le rapport $\frac{SiO^2}{Al^2O^3}$, qui varie de 1,5 à 3 dans les sols bruns, varie de 1 à 2 dans les sols brun-rouge déjà très latéritisés.

Matières organiques, rapport $\frac{C}{N}$, azote, humus.

Les sols bruns sont généralement riches en matières organiques et peuvent facilement en renfermer plus de 10 %, mais dans les sols bruns profonds, comme le profil AD^{53} 7, où la matière organique est de 5,2 % en surface, elle diminue rapidement en profondeur et, pour le profil cité, atteint 2 % à 90 cm.

Dans les sols brun-rouge, elle est très variable en surface (de 2 à 5 % environ) mais devient généralement inférieure à 1 % en profondeur.

Le rapport $\frac{C}{N}$ varie autour de 15 à 20 pour les sols bruns, ce qui est élevé et dénote une matière organique assez peu évoluée.

Dans les sols bruns mal drainés et à fort chevelu radiculaire (éch. AD[56] 5-1 par exemple), ce rapport s'élève aussitôt à 30 ou 40.

Dans les sols brun-rouge, le rapport $\frac{C}{N}$ paraît plus faible que dans les sols bruns ordinaires et diminue régulièrement en profondeur.

L'azote est généralement élevé dans les sols bruns, mais parfois faible dans les sols brun-rouge.

L'humus, extrait à l'oxalate d'ammonium, bien qu'habituellement déficient sous les tropiques, est ici inégal, mais généralement dosable et même souvent de valeur moyenne pour les sols bruns.

Par contre, dans les sols brun-rouge, il est rarement dosable.

Ainsi, les matières organiques plus ou moins humifiées des sols bruns apparaissent responsables de la bonne structure de ces sols, et déterminent chez eux un complexe colloïdal argilo-humique à fort pouvoir de fixation.

Bases échangeables, degré de saturation $\left(\frac{T}{S}\right)$, équilibres cationiques.

La capacité de fixation en bases échangeables (T) des sols bruns varie en effet de 30 à 50 M. E.% g*, mais ces sols ne sont saturés qu'à environ 30% de cette capacité, ce qui donne habituellement en bases échangeables un peu plus d'une dizaine de M. E.% g, valeur très satisfaisante.

Ces sols bruns sont riches en calcium, très riches en magnésium, souvent riches en potassium et satisfaisants en sodium. Ce dernier élément, bien représenté, n'est nulle part nocif.

Le rapport $\frac{Mg}{Ca}$ est généralement satisfaisant, mais il est des surfaces, où les sols peuvent renfermer de nombreux cristaux d'olivine, qui risquent de causer un déséquilibre de ce rapport en faveur du magnésium, si le calcium est insuffisant pour contrebalancer.

Ceci n'est pas le cas pour les échantillons AD[56] 8-1 et AD[53] 50-1, pourtant riches en cristaux d'olivine, mais se rencontre dans les sols rouges situés au sud du lac M'Balang (lac du terrain Besançon).

Dans les sols brun-rouge, les bases échangeables deviennent inférieures à 10 M. E.% g ; le calcium peut n'être plus que moyen, le potassium est généralement moyen, le magnésium encore assez élevé, mais plus faible, et le sodium semble se maintenir.

Dans certains cas (moitié inférieure des pentes de volcan), les sols brun-rouge peuvent être très lessivés et, proportionnellement aux autres cations, trop riches en sodium ; tel est le cas du profil AD[53] 38, sur lequel nous reviendrons en examinant l'influence de la topographie.

Bases totales, réserves minérales.

De par les nombreux débris de roche-mère qu'ils renferment, les sols bruns possèdent de bonnes réserves en calcium et de très abondantes réserves en magnésium, mais les réserves en potassium sont pauvres et cet élément est à surveiller dans les sols bruns cultivés régulièrement.

Dans les sols brun-rouge, les réserves minérales conservent les mêmes caractéristiques, mais le potassium peut parfois y être un peu plus déficient que dans les sols bruns.

Phosphore assimilable et phosphore total.

Le phosphore total est généralement élevé dans les sols bruns, moyen dans les sols brun-rouge.

Le phosphore assimilable est inégal dans les sols bruns et il n'apparaît dosable et de valeur moyenne que dans les sols les plus organiques.

Dans les sols brun-rouge, il est généralement non dosable par les méthodes habituelles.

* M. E. = milli-équivalent. Afin de faciliter la lecture du texte, nous écrirons désormais M. E. pour 100 g ; M. E. % g.

pH.

Le pH est faiblement acide et voisine autour de 6, se rapprochant parfois de la neutralité en surface ou à la base du profil.

Les terres brunes les plus foncées apparaissent les moins acides.

Régime hydrique.

Ces sols présentent une très grande perméabilité et une assez forte porosité, qui engendrent un état de sécheresse du sol en dehors des saisons pluvieuses.

Cette sécheresse du sol est encore accrue par la topographie, car les coulées affectent généralement une forme bombée et seules les parties les plus basses peuvent bénéficier d'une certaine « fraîcheur ».

La nappe phréatique est toujours très profonde et les puits n'atteignent l'eau que dans les secteurs privilégiés, en saisons sèche.

Par contre, la forte teneur en limon et matières organiques de ces sols leur donne un bon pouvoir de rétention d'eau, ils conservent des deux à trois premiers mois de la saison sèche une certaine humidité dans les horizons profonds, pendant que les horizons supérieurs deviennent rapidement craquelés et très durcis.

Ainsi que nous l'avons vu dans l'introduction, les marigots encadrent généralement les coulées volcaniques et, par suite de la perméabilité des sols qui emmagasinent l'eau en profondeur comme par suite des dépressions marécageuses, qui forment une réserve en amont, les marigots débitent souvent toute l'année, bien que très peu en fin de saison sèche.

Influence de la topographie.

Deux « chaînes de sols »* partant du sommet d'un petit volcan et allant jusqu'à l'extrémité de la coulée ont été étudiées à Wakwa, une est-ouest partant du sommet du mont Wakwa et l'autre nord-sud partant du sommet du Hamanbetere.

Au sommet, continuellement « rajeuni » par l'érosion, se situe un sol peu évolué, composé sur quelques décimètres par une terre brun foncé, de structure grumeleuse, renfermant des morceaux de roche altérée. Ce sont les échantillons possédant la meilleure capacité d'échange (T) et la plus forte teneur en bases (S) ; il y a tout lieu de penser que la nature minéralogique de l'argile en est la cause.

C'est sur les pentes, et de préférence dans la moitié inférieure de celles-ci, qu'on observe les sols brun-rouge les plus évolués et les plus lessivés (profil AD[53] 38 par exemple). Il semble qu'intervienne là un phénomène de lessivage oblique avec, phénomène assez curieux, maintien des valeurs du sodium, d'où souvent un déséquilibre du rapport $\frac{Na}{Ca}$, qui est alors trop élevé (cas encore du profil AD[53] 38).

En bas de pente dans la plaine, des sols brun-rouge plus riches succèdent à ces sols de pente lessivés.

« Chaîne de sols » est-ouest de Wakwa. Valeurs de S

(Somme des bases échangeables en M. E. % g)

	Sommet AD[53]36	Haut de pente AD[53]37	Bas de pente AD[53]38	Plaine AD[53]39	Plaine AS[53]40
Surface	14	4,6	2,4	7,1	5,7
50 cm	12,5			6,3	
100 cm		1,3	1,1	4,7	6
150 cm					3,4
200 cm			1,5		
250 cm		2,3			

* Equivalent français du concept anglais de « catena ».

Conclusions agricoles.

Les sols foncés, formés sur les produits du volcanisme récent, présentent incontestablement une certaine richesse chimique ; leurs teneurs en bases échangeables, leurs réserves minérales, leurs richesses en azote et phosphore total, ainsi que leur structure physique et le taux des matières organiques, confèrent à ces sols une fertilité certaine.

En revanche, les sols les plus riches sont aussi les plus caillouteux et le bilan hydrique des sols bruns ou des sols brun-rouge est mauvais.

Dans cette région, où la saison sèche dure cinq mois, cela revient à dire que ces sols ne peuvent être cultivés qu'en saison des pluies.

Les possibilités d'irrigation sont assez rares, car les sources permanentes sont à une altitude inférieure à la surface des coulées, parce que réparties à leur périphérie, ou trop éloignées pour que l'on puisse amener l'eau à travers ces terrains eux-mêmes trop perméables.

Quelques irrigations, comme celle des maraîchages de la Vina ou du verger de Wakwa, ont cependant pu être localement réalisées.

Un lessivage des bases et une dégradation dangereuse sont par ailleurs à craindre en cas d'irrigation directe, aussi, d'une manière générale, le remède est-il à chercher dans le travail du sol.

Il faut éviter le ruissellement au maximum, favoriser la pénétration de l'eau dans le sol et maintenir un couvert en saison sèche (paillage ?).

Dans certains secteurs, plus favorisés par suite de leur position par rapport au socle granitique ou aux abords de la cuvette, la nappe phréatique est proche de la surface et de petits aménagements locaux peuvent permettre certaines réalisations agricoles.

II. — LES SOLS BRUN-ROUGE A ROUGE FORMÉS SUR LES BASALTES ANCIENS

Ces sols, plus vieux que les précédents, forment le terme ultime de la série évolutive décrite précédemment ; après interviennent essentiellement des phénomènes d'érosion, de transport ou de « rajeunissement » que nous verrons en fin de chapitre.

En fait, plusieurs données se recoupent pour indiquer que ces sols ont dû se former sous un climat plus humide et une végétation arbustive plus dense, mais, si ces conditions ont pu jadis accélérer la ferrallitisation ,ces sols rouges n'en restent pas moins, à l'heure actuelle, le terme ultime de la série évolutive des sols volcaniques et ce, même si la vitesse d'évolution de ces sols s'est actuellement ralentie.

Les sols rouges occupent la majeure partie du plateau ayant subi les épanchements hawaiiens tertiaires, mais, en de nombreux points, ils entourent les hauteurs granitiques ou plus généralement, quand l'érosion a enlevé le recouvrement basaltique, voisinent avec des sols sur le socle.

Echantillons choisis :

AD[53] 49-1	Plateau du camp des manœuvres. Centre zootechnique de Wakwa.
AD[53] 51-1 à 5	Grand profil de lavaka à l'ouest du mont Wakwa. Limite basalte-socle.
AD[56] 2-1	Terre rouge transportée ayant recouvert la coulée du Lomoudou (N-E de Dibi).

Morphologie.

Un des principaux caractères de ces sols est leur grande homogénéité sur l'ensemble de leur zone d'extension géographique.

Leur pauvreté en humus, leur couleur rouge sombre typique, leur faculté de donner une poussière fine en saison sèche, leur structure plus ou moins prismatique le long des tranchées de route, leur donnent un faciès très reconnaissable.

Souvent très profonds (ils peuvent atteindre localement 5 à 10 mètres), ces sols apparaissent homogènes avec une teinte rouge un peu plus foncée caractérisant les premiers centimètres et une structure généralement prismatique marquant les premiers mètres.

Ces sols, en saison sèche, « semblent » finement sableux sur 3 ou 4 mètres et plus argileux en profondeur, mais nous avons affaire à des agrégats plus ou moins stables et ces sols sont en fait très nettement argileux dans tout leur profil, y compris les horizons superficiels lessivés.

Ces agrégats donnent au sol une structure grenue-grumeleuse, apparemment satisfaisante, mais permettent aussi en saison sèche une dessication profonde de ces sols et, indirectement, la formation d'une poussière abondante sur les routes.

La présence accidentelle d'une nappe phréatique, actuelle ou ancienne, permanente ou saisonnière, peut se traduire en profondeur par des gravillons ferrugineux ou un «ortstein» ferrugineux continu de 1 à 2 cm d'épaisseur.

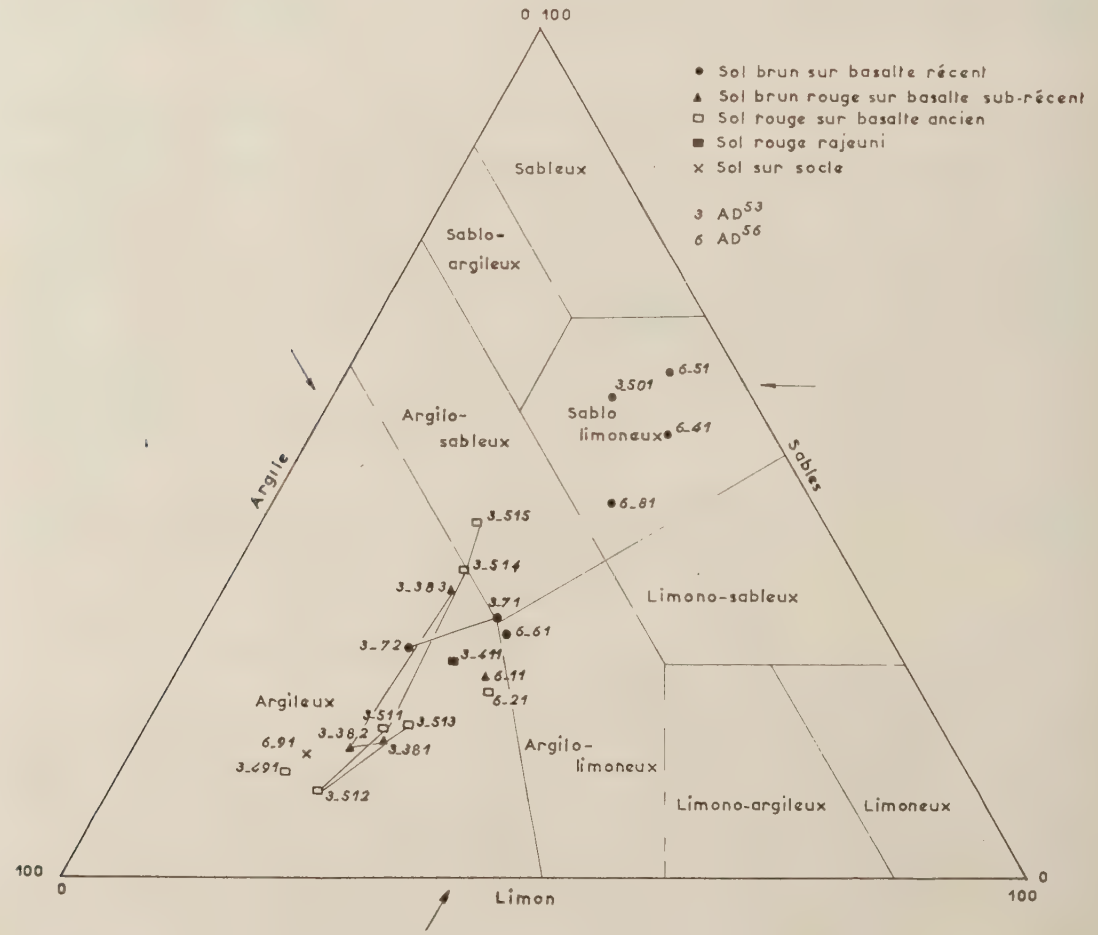
La cuirasse n'existe en profondeur que dans des conditions particulières (voir plus loin).

Lorsqu'on peut l'atteindre, la roche-mère altérée apparaît d'abord sous forme de boules se débitant en auréoles concentriques. Le produit d'altération est le plus souvent une masse gris-bleuté peu dense, avec des traces jaunes limonitiques d'aspect sableux et quelques concrétionnements noirâtres de manganèse ,sur les plans de cassures.

Ces boules deviennent plus nombreuses en profondeur avec à l'intérieur souvent un noyau de basalte sain. L'horizon C de basalte compact peut être très profond.

Granulométrie et minéralogie.

La teneur de ces sols en argile varie de 50 à 70 % avec un léger lessivage de l'horizon supérieur et une diminution régulière de l'argile en approchant de la zone de départ.



En fait, la fraction dite « argileuse » est approximativement constituée par 50 % de kaolinite, 25 % d'hydroxydes d'alumine et 25 % d'hydroxydes de fer.

La teneur en limon est relativement constante et d'environ 20 %, ce qui différencie ces sols des sols ferrallitiques sur socle, où la teneur en limon est au contraire très faible.

Les éléments grossiers sont surtout représentés par du sable fin qui passe de 10 à 20 % en surface à 20-30 % en profondeur.

Ces éléments grossiers sont constitués par de petites concrétions ferrugineuses d'aspect plus ou moins gréseux, des quartz aux arêtes vives, des grains d'hématite, quelques octaèdres de magnétite et de rares débris de basalte altéré.

Analyses totales aux trois acides et degré de latéritisation.

Ces sols sont très ferrallitisés, la fraction quartz + insoluble à l'attaque aux trois acides est très faible, l'alumine y atteint 25 % et le rapport $\frac{SiO^2}{Al_2O_3}$ est inférieur à 1,5.

Matières organiques, rapport $\frac{C}{N}$, azote, humus.

Exception faite de l'horizon humifère, le taux de la matière organique est faible et tombe rapidement en dessous de 1 % en profondeur, le rapport $\frac{C}{N}$, de 10 à 20 en surface, passe alors parallèlement à moins de 10 et même moins de 5.

L'azote, moyennement représenté dans l'horizon, humifère devient rapidement très déficient en profondeur.

L'humus est partout non dosable, exception faite des dix premiers centimètres de certains profils, où il est néanmoins très déficient.

Bases échangeables, degré de saturation $\frac{S}{T}$, équilibres cationiques.

La somme des bases échangeables est faible et voisine autour de 1 à 2 M. E. % g, sauf pour les horizons de surface, où elle est le plus souvent de 5 à 10 M. E. % g.

La capacité de fixation en bases échangeables (T) est aussi remarquablement constante : une dizaine de M. E. % g, à l'exception de la surface où elle s'élève jusqu'à 20 et parfois 40 M. E. % g.

En dehors de ces horizons de surface généralement satisfaisants mais peu épais (20 à 30 cm), le calcium apparaît plus déficient que le magnésium et le potassium, eux-mêmes déjà déficients.

Le sodium, comme dans les sols bruns, ne semble pas diminuer dans les horizons lessivés, où il détermine un rapport $\frac{Na}{Ca}$ trop élevé par suite de la diminution unilatérale du calcium.

Cliché G. Bachelier.

Sol brun rouge sur basalte sub-récent (centre zootechnique de Wakwa).

Rappelons enfin le cas particulier des sols rouges situés au sud du lac M'Balang (lac du terrain Besançon), où la présence de très nombreux cristaux d'olivine dans les terres y crée un déséquilibre du rapport $\frac{Mg}{Ca}$.

Bases totales. Réserves minérales.

Les sols rouges paraissent posséder des réserves satisfaisantes en calcium dans les horizons supérieurs, mais généralement insuffisantes dans les sols profonds.

Les réserves en magnésium sont habituellement moyennes, mais inégales en profondeur.

Les réserves en potassium sont pauvres, celles en sodium satisfaisantes.

Phosphore assimilable et phosphore total.

Le phosphore total est de valeur inégale : généralement faible ou moyen (0,2 à 1 ‰), il est souvent plus élevé dans les horizons de surface ou les horizons profonds (cf. profil AD[53] 51).

Le phosphore assimilable, complexé par les hydroxydes de fer, est généralement indosable, sauf dans les horizons humifères et les horizons d'altération où il est cependant très faible.

pH.

Le pH est acide et varie entre 5 et 6.

Régime hydrique, lavaka, transport des terres.

Ces sols paraissent de perméabilité inégale. Dans certains, l'eau s'infiltre rapidement par suite d'une texture sableuse stable et d'une structure prismatique des horizons supérieurs, mais d'autres se bloquent immédiatement avec la dispersion des colloïdes et l'obstruction consécutive de toute porosité.

Dans les sols profonds, l'eau circule en profondeur et peut y déterminer un « ortstein » ferrugineux de 2 à 3 cm d'épaisseur, continu mais non horizontal et sensiblement parallèle à la surface.

Les « lavaka » sont rares dans ces sols, mais peuvent cependant y exister si le courant d'eau en profondeur est suffisant pour saper le profil à la base. Ces « lavaka » se rencontrent à la naissance des marigots, qui, généralement dans les terres rouges, s'avèrent très enfoncés et ne possèdent qu'un très faible débit en saison sèche.

Ces terres enfin sont facilement transportables, et, en saison des pluies, l'eau qui ruisselle est tout de suite extrêmement boueuse.

Comme exemple de cette facilité de transport, citons sur notre carte le recouvrement de la coulée basaltique du Lomodou (N.-E. de Dibi) par les alluvions du marigot situé à l'ouest de cette coulée, d'où actuellement des buttes de basalte scoriacé émergent au milieu d'une étendue uniforme de terre rouge.

Cette terre rouge transportée (éch. AD[56] 2-1) apparaît plus limoneuse et plus organique ; elle est aussi chimiquement assez riche (8 M. E. % g de bases échangeables).

Cette facilité de transport des terres rouges explique aussi qu'on les retrouve régulièrement en contre-bas des cuirasses de contact, qui délimitent les terres rouges du socle sous-jacent (cf. plus loin les cuirasses).

Enfin, à plus grande échelle, nous pensons que la grande plaine de sols rouges, qui s'étend à l'est de Tibati jusqu'au confluent du Meng et du Djerem, provient du dépôt des terres rouges arrachées au plateau de l'Adamaoua et transportées par le Djerem.

Phénomènes de rajeunissement.

Lorsque la partie supérieure des terres rouges disparaît sous l'effet d'une érosion importante, la roche-mère altérée se trouve alors rapprochée de la surface et l'on peut constater une néo-pédogé-

nèse, où le basalte altéré engendre avec les produits de l'ancien sol un nouveau sol brun de tonalité souvent caractéristique.

L'influence du matériau originel devient alors prépondérante et, suivant la topographie, le degré d'érosion et de rajeunissement, toute une gamme de sols peut être observée.

Ce sont surtout les propriétés structurales de ces sols qui se trouvent améliorées, car l'augmentation des bases, du phosphore et du pH n'est souvent décelable qu'en profondeur. La raison en est que

Cliché G. Bachelier.

Sol ferrallitique rouge profond sur basalte ancien (lavaka à l'ouest du centre zootechnique).

Cliché G. Bachelier.

Sol « rajeuni » sur basalte ancien.

le basalte altéré est lessivé dans la masse et se présente comme une masse bleutée, friable, et à petites géodes de calcédoine, guère plus riche que la terre qui l'entoure.

Ces sols que nous avons l'habitude d'appeler « sols rajeunis » sont souvent cultivés et forment des îlots d'une fertilité relative au milieu des sols rouges.

Conclusions. Agriculture, élevage et reboisement.

Il ressort de cette étude que les sols rouges sur basalte ancien du plateau sont des sols habituellement pauvres, où l'horizon de surface a souvent été enrichi par le passage de nombreux troupeaux.

Du point de vue agricole, ils sont de peu d'intérêt, leur mise en valeur nécessitant trop d'efforts coûteux : engrais verts, compost ou fumier pour le complexe organique, engrais N. P. K. 10-10-20 avec apports locaux de calcium pour la richesse chimique, pulvérisation des horizons supérieurs et paillage pour conserver l'humidité.

Du point de vue pâturages, ces sols sont trop secs en saison sèche et trop boueux en saison des pluies.

Leur vocation semble donc, en dehors des surfaces de sols rajeunis, résider dans le reboisement, surtout quand, cas assez fréquent, le revêtement basaltique a disparu et que les racines des arbres peuvent atteindre en profondeur l'arène granitique. Certains arbres de savane, comme les *Daniella*, y sont alors de très belle venue.

III. — LES SOLS FORMÉS SUR GRANIT

Nous distinguerons dans l'ensemble de ces sols, trois types différents, à savoir :

les sols arénacés, localisés dans les secteurs les plus accidentés où abondent les boules de granit,

les sols plus évolués et plus profonds du plateau,

les sols de recouvrement, constitués par un vestige ou un apport de terre rouge sur les sols évolués précédents.

Les sols arénacés

Ces sols se localisent principalement au sud de Ngaoundéré, autour des massifs granitiques qui émergent du plateau de basalte ancien et vers la chaine granitique du km 80 (chaine représentée à l'extrémité de notre carte par les rochers de Katine Wango), mais on les rencontre aussi en de nombreux autres lieux, où le granit mis à nu donne des affleurements en boule (sud de la Vina au niveau de Wakwa par exemple).

Cliché G. Bachelier.

Sol ferrugineux tropical lessivé sur granit de Ngaoundéré.

Ces sols ont un intérêt très restreint ; généralement assez pauvres, ils n'offrent que de petites surfaces, non planes, encombrées de débris granitiques et difficilement utilisables. Ils ont en revanche une assez bonne structure physique et possèdent souvent des réserves minérales interessantes, constituées en partie par des feldspaths encore incomplètement altérés.

Il est rare que la nappe phréatique soit assez proche de la surface pour conférer à ces sols une certaine fertilité en saison sèche et, dans ce cas là, on a généralement affaire à des sols hydromorphes (cf. plus loin).

Les sols évolués et profonds du plateau

(Echantillon choisi : AD[56] 9-1, intermédiaire avec les sols arénacés).

Le principal caractère distinctif de ces sols est, en dehors de leur profondeur, une texture plus fine se caractérisant souvent par une forte teneur en éléments colloïdaux, qui diminue régulièrement jusqu'à la zone de départ.

Bien que de couleur claire, beige à jaune, ces sols sont cependant très évolués et leur degré de latéritisation est déjà très poussé (rapport $\frac{SiO^2}{Al_2O_3}$ de 1,5 pour l'échantillon AD[56] 9-1).

Leur texture physique est bonne et l'échantillon ci-dessus choisi, qui apparaît de texture sableuse est, en fait, très nettement argileux.

La capacité d'échange de ces sols est de l'ordre de 10 à 20 M. E. % g, mais augmente dans la zone de départ. Le complexe est en général saturé de 10 % ± 5.

Les bases échangeables sont donc faibles et montrent un léger lessivage des horizons supérieurs ; seul le potassium échangeable est souvent de valeur moyenne.

Ces sols possèdent par contre une réserve minérale habituellement satisfaisante.

Le phosphore et l'azote sont déficients.

Le pH est acide et varie entre 5 et 6.

Compte tenu de leur bonne structure physique et de leur réserve minérale satisfaisante, les sols les plus jeunes peuvent, s'ils sont bien situés, justifier un aménagement par l'irrigation et donner ainsi d'excellents résultats.

Un engrais organique phospho-azoté y serait alors certainement utile.

Mais dans leur ensemble, ces sols sont assez évolués et leur vocation semble être forestière ou pastorale en saison des pluies.

Du point de vue pâturages en effet, ces sols, comme les précédents, sont très secs en saison sèche mais, en saison des pluies, ils se ressuient rapidement et sont bien préférables aux sols rouges qui s'avèrent trop boueux pour les troupeaux.

Les sols de recouvrement.

Les profils de ces sols se caractérisent par une coloration anormalement rouge des horizons supérieurs.

Etant donné nos observations de terrain, nous pensons que cette coloration est due à des vestiges de l'ancienne terre rouge d'origine basaltique ou à un apport secondaire de cette dernière.

Nous avons signalé plus haut les possibilités de dispersion des terres rouges et la facilité avec laquelle elles peuvent être transportées par les eaux pour donner, parfois très loin de leurs origines, des dépôts importants (terres rouges de la piste Tibati-Djerem par exemple).

Plus généralement, à petite échelle, et, compte tenu de l'intrication des sols rouges sur basalte et des sols sur socle, il arrive souvent que des terres rouges se trouvent mélangées à d'autres terres plus ou moins remaniées, et donnent des « sols de recouvrement » sur socle, qui sont anormalement rouges et qu'il faut éviter de confondre avec les sols rouges latéritiques du sud-Cameroun.

Ces sols de recouvrement, qui réunissent la vieille terre rouge d'origine basaltique à la terre des sols du socle, ne sont pas plus riches que ces derniers, et présentent physiquement les inconvénients des terres rouges.

Les fractions gravillonnaires et sableuses de ces sols sont exclusivement composées de quartz et de petites concrétions ferrugineuses d'apport.

Souvent enfin, dans ces sols, les horizons supérieurs sont lessivés en bases, mais non en colloïdes. Nous pensons que cela est dû à l'apport, dans l'horizon lessivé du sol du socle, de colloïdes issus d'une terre rouge pratiquement dépourvue de bases échangeables *.

Régime hydrique des sols sur socle. Lavaka.

Si l'on considère les photographies aériennes, alors que sur les sols rouges les marigots sont espacés, ramifiés dichotomiquement et dessinent d'amples courbes, sur les sols du socle au contraire les marigots sont rapprochés, très ramifiés et d'orientation brusquement changeante.

Cette hydrographie correspond à un relief beaucoup plus accidenté des sols du socle.

D'une manière générale, l'eau apparaît au contact basalte-socle et les marigots, qui coulent sur le socle, conservent très souvent un certain débit en saison sèche.

Les lavaka, grands ravins situés à la tête des marigots, sont assez fréquents dans les sols profonds.

* Cf. le profil AD^{53} 44 situé sur la route du lac Tissong et discuté dans « Introduction à la pédologie de l'Adamaoua ». A. Laplante, G. Bachelier. Juillet 1953.

IV. — LES SOLS HYDROMORPHES

Les plaines marécageuses de l'Adamaoua, généralement consécutives à des barrages volcaniques, sont intéressantes par leur diversité.

Les exemples que nous avons observés nous incitent à les rattacher à trois types principaux déterminés par le matériau de comblement des dépressions, à savoir :

le matériau issu de sols bruns sur basalte récent ;

le matériau issu de sols rouges sur basalte ancien ;

le matériau issu de sols sur socle granitique.

Entre ces trois types principaux, se rencontrent des intermédiaires déterminés par la pluralité des matériaux-mères.

Quant aux différents faciès de chacun de ces types principaux ou intermédiaires, ils nous semblent déterminés par le régime hydrique.

On peut penser que le « génotype » du sol hydromorphe est déterminé par le matériel qui lui donne naissance, alors que son « phénotype » est déterminé en grande partie par le régime hydrique qui provoque l'aérobiose ou l'anaérobiose du milieu.

Nous ne ferons que rappeler les caractéristiques essentielles de ces sols, étudiés plus en détail dans des précédents rapports.

Sols hydromorphes constitués sur un matériau issu des sols bruns sur basalte récent

Les sols de ce type rencontrés présentent une nappe phréatique superficielle en toute saison.

Ils présentent sur plus d'un mètre un caractère organique ou même tourbeux, qui rend les analyses mécaniques sans signification.

La matière organique, qui en surface varie de 15 à 40 %, augmente en profondeur pour atteindre des valeurs très élevées (68 % pour AD^{53} 12-3 à 2,5 m dans le petit marais du sud-est du lahoré Vina et 45,7 % pour AD^{53} 42-2 dans le marais de Dibi).

Le $\frac{C}{N}$ de valeur 15 en surface s'élève à 20 ou 25 en profondeur. Cette augmentation de la valeur $\frac{C}{N}$ semble être un caractère distinctif de ce type de sol hydromorphe et correspond peut-être à une augmentation des lignines dans la matière organique.

L'humus de ces sols est un humus acide et le pH varie en surface aux environs de 5,5 bien que ces sols soient riches en bases échangeables.

Ils ont une grande capacité de fixation en bases échangeables (T) et s'avèrent bien pourvus en réserves minérales.

De nombreux débris volcaniques et de bois sont observables dans les graviers.

Sols hydromorphes constitués sur un matériau issu de sols rouges sur basalte ancien

La série de ces sols peut être définie dans la plaine de la Vina par les sols du bourrelet riverain, qui séparent la Vina du marais de la Membère.

Le sol-type de ce bourrelet riverain est essentiellement composé de trois horizons, à savoir :

Horizon de surface, brun foncé à brun-gris, riche en débris organiques, à structure grumeleuse et à tendance parfois tourbeuse. Des pseudo-agrégats ferrugineux et organiques en empêchent l'analyse mécanique.

Horizon sous-jacent brun-jaune,à structure particulaire ou nuciforme avec nombreuses traces d'hydromorphisme. Cet horizon est lié à des processus physico-chimiques aérobies et ne se développe qu'en fonction d'un drainage de saison sèche satisfaisant.

Horizon de gley déterminé par le milieu anaérobie que crée une nappe d'eau permanente ou presque constante.

L'ensemble des deux premiers horizons est en moyenne profond de 50 cm dans les parties les plus exondées en saisons sèche.

Comme caractéristiques principales des horizons bruns, nous noterons :

la pauvreté chimique et l'absence de réserves minérales,

la richesse en matières organiques et en humus acide (pH de 5 à 5,7) en surface ; rapide diminution de ces éléments en profondeur,

diminution de même du rapport $\frac{C}{N}$,

horizon de gley, mastic puis gris, à traînées jaunâtres (pH 6,2 à 6,3).

Ainsi la terre rouge transportée dans une dépression donne en milieu inondé en permanence un horizon de gley mais, en milieu régulièrement exondé, comme le bourrelet riverain de la Vina, une terre brun-jaune, à horizon supérieur brun, riche en matières organiques et humus acide.

Cette matière organique détermine une bonne structure physique de ces sols, mais n'en modifie pas la pauvreté chimique.

Sols hydromorphes constitués sur un matériau issu de sols sur socle granitique

Ces sols présentent des faciès très différents selon le régime hydrique et la qualité du matériau provenant du socle (colluvium riche en feldspaths ou alluvium siliceux par exemple), mais ce qui distingue nettement ces sols, c'est la compacité et la dureté à sec des horizons superficiels renfermant environ 40 % d'argile, et l'extrême plasticité des horizons de gley sous-jacents.

Il est naturel de penser que les feldspaths en se kaolinisant dans l'eau sont responsables de ces caractères.

Ces sols, en bordure de la zone d'inondation, présentent souvent une surface argileuse grise et bouleversée par les vers de terre.

La richesse en bases est assez bonne (de 2 à 6 M. E. % g) et les réserves minérales habituellement satisfaisantes.

La richesse en matières organiques d'environ 10 % en surface, passe à 1 % dans l'horizon de gley.

Le pH de ces terres varie de 5,5 à 6.

Cliché G. Bachelier.

Sol hydromorphe du bourrelet riverain de la Vina (accumulation de terre rouge transportée dans la plaine de la Vina).

Conclusions

Tous ces sols hydromorphes, exception faite des sols tourbeux d'ailleurs assez rares, sont à vocation pastorale étant donné la pénurie de pâturages de saison sèche, qui oblige le bétail à de pénibles transhumances saisonnières vers le sud.

Mais ces pâturages de bas-fond demandent à être améliorés, sinon créés, ce qui nécessite essentiellement la maîtrise de l'eau et la sélection des herbes.

Le pâturage de bas-fond doit être suffisamment humide pour fournir de l'herbe verte, mais, par ailleurs, assez drainé pour éviter la boue.

Selon les lieux, l'irrigation ou le drainage peuvent être nécessaires.

RÉSULTATS ANALYTIQUES

Type de sol	n° échantillon	Profondeur	Couleur au code expolaire	Analyse mécanique (← 100 →) Argile	Limon	S. fin	S. grossier	Gravier %t.t.	Bases échangeables M. E. % g. Ca	Mg	K	Na	S	T	S/T	Mg/Ca	Na/Ca	Bases totales M. E. % g. Ca	Mg	K	Na
Sols bruns sur basalte récent	AD[56] 4-1	10-40	brun foncé J 32	10,5	36	38	15,5	0	9,20	4,6	0,62	0,33	14,7	48	0,31	0,50	0,03	27,6	188	1,28	1,29
	» 5-1	10-30	brun-gris très foncé J 61	6,5	33,5	23	37	negl	8,11	3,6	0,50	0,28	12,5	69,5	0,18	0,44	0,03	31,7	46,3	1,01	1,03
	» 6-1	0-45	brun foncé H 32	38,5	31,5	15,5	14,5	0,2	3,12	4,5	0,37	0,20	8,2	31,5	0,26	1,44	0,06	15,3	37,5	1,44	1,07
	» 8-1	5-30	brun rouge foncé J 42	20,5	35	18,5	26	25,6	11,9	8,9	0,62	0,26	21,6	44	0,49	0,75	0,02	57,4	309	2,31	1,82
	AD[53] 7-1	0-20	brun foncé H 63	33,5	30	20,5	16	1,0	5,74	3,06	1.0	0,52	10,3	35	0,29	0,53	0,09	20,5	24,4	2,64	1,23
	» 7-2	90	brun E 54	50	22	18	10	0,5	4,08	3,8	0,40	0,56	8,8	31	0,28	0,93	0,14	16,9	20,9	1,69	1,07
	» 50-1	0-20	brun foncé H 61	13,5	29	41,5	16	8,5	8,35	3,06	0,90	0,72	13,0	46	0,28	0,37	0,09	30,7	161	2,64	5,21
Sols brun-rouge sur basalte sub-récent (Sol de pente lessivé)	AD[53] 38-1	0-10	brun-rouge foncé J 34	58	26	11,5	4,5	0,9	0,96	0,66	0,25	0,52	2,4	32	0,07	0,68	0,54	12,3	17,4	0,69	< 0,5
	» 38-2	100	brun-rouge foncé J 26	61,5	22	13,5	3	0,7	0,28	< 0,13	0,17	0,52	1,07	15	0,07	< 0,5	1,86	11,2	12,2	0,59	1,21
	» 38-3	200	brun E 54	42	23,5	21,5	13	8,3	0,61	< 0,13	0,23	0,56	1,5	24	0,06	< 0,2	0,91	11,2	20,9	0,49	< 0,5
	AD[56] 1-1	20-40	brun-rouge foncé J 22	43,5	32,5	15,5	8,5	0	4,1	6,0	0,30	0,46	10,8	41,5	0,26	1,47	0,11	15,3	27,9	1,42	1,07
Transport	AD[56] 2-1	10-40	brun-rouge foncé H 22	44	34	13	9	0	2,66	4,5	0,53	0,25	7,9	35,5	0,22	1,70	0,09	14,3	22,7	2,2	0,85
Terres rouges sur basalte ancien	AD[53] 49-1	0-20	rouge-jaune H 46	70	17	8,5	4,5	0,3	1,51	3,2	0,42	0,38	5,5	20	0,27	2,11	0,25	12,3	8,7	1,12	1,23
	» 51-1	0-10	brun-rouge foncé H 24	54,5	27,5	13,5	4,5	0,1	6,02	3,6	0,50	0,44	10,5	25	0,42	0,60	0,07	9,9	8	0,74	1,21
	» 51-2	100	brun-rouge foncé H 23	66,5	22,5	8,5	2,5	0,2	0,48	0,66	0,19	0,46	1,8	13	0,14	1,4	0,96	13,3	9,6	0,5	1,2
	» 51-3	450	brun-rouge foncé H 23	57	25,5	15	2,5	0,1	2,03	2,0	0,15	0,46	4,6	16	0,29	0,98	0,22	5,4	6,8	0,44	1,31
	» 51-4	800	brun-rouge E 44	39,5	23,5	28,5	8,5	negl	2,51	2,13	0,30	0,69	5,6	16	0,35	0,85	0,27	4,9	4,5	0,59	1,37
	» 51-5	950	rouge-jaune H 36	35,5	22	29	13,5	1,3	2,67	1,86	0,45	0,69	5,6	16	0,35	0,69	0,26	5,3	4,8	0,72	1,15
Terre rouge rajeunie	AD[53] 41-1	20	brun D 62	46	28,5	18,5	7	2,4	1,8	0,6	0,6	0,6	3,6	28	0,13	0,33	0,33	4,3	8,5	1,29	1,26
Sol sur socle	AD[56] 9-1	20-40	Jaune rouge D 56	65,5	15	11	8,5	5,2	1,33	0,5	0,37	0,20	2,4	17	0,14	0,38	0,15	12,3	9,6	3,28	1,03

RÉSULTATS ANALYTIQUES *(suite)*

Type de sol	n° échantillon	P_2O_5 Assimilable °/oo	P_2O_5 Total °/oo	Matières organiques N °/oo	C %	M.O. %	C/N	Humus °/oo	Ph	Analyses totales en % Quartz + ins.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	Bases totales	Perte au feu	Total	SiO_3/Al_2O_3	Fe_2O_3 fraction argileuse
Sols bruns sur basalte récent	AD⁵⁶ 4-1	0,44	10,8	4,14	6,5	11,2	15,7	0,97	6,4	13,2	24,3	16,2	13,8	2,7	4,7	26,2	101,1	2,0	
	» 5-1	0,79	10,06	2,97	10,4	17,9	35,0	6,5	6,6	13	25,1	13,1	7,8	1,9	2,0	37,2	100,1	3,2	
	» 6-1	0	1,89	1,54	3,12	5,38	20,2	0,03	5,4	13,7	22,5	23,2	17,3	3,6	1,5	21,4	103,2	1,6	
	» 8-1	0,21	4,78	2,92	5,0	8,62	17,1	2,3	6,2	14,3	24,6	14,5	14,9	3,3	8,4	20,6	100,6	2,9	
	AD⁵³ 71-	0,18	3	2,02	3,04	5,24	15	1	6,2	31,7	16,9	16,8	11,4	2,7	1,3	18,8	99,6	1,7	
	» 7-2	0	1	0,79	1,15	1,98	14,5	0	6,4	22,4	20,6	21,7	12,5	3	1,0	18,3	99,5	1,6	
	» 50-1	0	1,6	4,14	7,0	12,0	17	2,7	6,3	15,6	19,4	16,1	13,8	3	4,5	25,9	98,3	2,0	12,8
Sols brun-rouge sur basalte sub-récent (Sol de pente lessivé)	AD⁵³ 38-1	0	1,36	1,27	2.04	3,51	16	0	6	6,7	20,3	26,8	18,8	4,2	0,8	20,8	98,4	1,3	
	» 38-2	0	1,13	0,42	0,48	0,83	11,4	0	5,9	8,4	19	27,7	19,6	4	0,6	18,9	98,2	1,2	
	» 38-3	0	1,79	0,42	0.19	0,32	4,5	0	6,3	6	18.5	30,7	19,5	3,8	0,8	18,8	98,1	1,0	
	AD⁵⁶ 1-1	0,07	3,64	1,64	2.88	4,96	17.5	0,16	5,7	8,1	22,9	24,9	20,1	4,2	1,4	21,6	103,2	1,6	
Transport	AD⁵⁶ 2-1	0	1,7	1,64	3	5,17	18,3	0,17	5,2	12,8	20.8	24,8	18,4	3,6	1,1	20,4	101,9	1,4	
	AD⁵³ 49-1	0	1,3	1.44	1.68	2,9	11,7	0	5,5	13,7	21,8	25,2	15,5	2,8	0,6	19	98,6	1,5	
Terres rouges sur basalte ancien	» 51-1	0,07	2	2,34	3,97	6,84	17	1,02	6,1										19,0
	» 51-2	0	2	0,74	0,46	0,79	6,2	0	5,5	8,2	19,7	27,4	21,5	4,5	0,6	16,1	98,0	1,2	
	» 51-3	0,11	3	0,31	0,13	0,22	4,2	0	6,2										
	» 51-4	0,18	7	0,31	0,07	0,12	2,3	0	6										
	» 51-5	0,14	6	0,34	0,17	0,29	5,0	0	6,5										13,6
Terre rouge rajeunie	AD⁵³ 41-1	0	3	0,85	0,85	1,46	10	0	5,2										12,2
Sol sur socle	AD⁵⁶ 9-1	0	0,55	0,58	0,84	1,45	14,5	0	5	26,0	27,0	26,2	5,4	1,1	0,7	14,3	100,7	1,5	

Pour la sélection des herbes, ce qui sort du cadre de nos travaux, les Services de l'Elevage ont déjà longuement étudié ce problème qui, peut-être, trouvera sa solution dans une méthode d'enfouissement régulier des hautes herbes.

V. — LES CUIRASSES

Elles sont de nature variée mais semblent toujours liées aux terres rouges et au basalte ancien ; nous les énumérerons brièvement :

Cuirasses ferrugineuses

Cuirasses de nappe, pisolithiques ou scoriacées, visibles sur certaines pentes ou certains talwegs, rarement superposées.

Dalles ferrugineuses ou « bové » coiffant certaines hauteurs.

Cuirasses de contact formées par le dépôt dans les arènes granitiques des hydroxydes ferrugineux issus des terres rouges sus-jacentes. Ce type de cuirasse ne peut évidemment se former qu'avec la disparition du recouvrement basaltique qui sépare les terres rouges du socle, mais c'est ici très fréquent.

De nombreux bovés doivent être d'anciennes cuirasses de contact patinées après mise à nu.

Cuirasses plus rares, dites « cupulitiques », situées en bordure de dépressions marécageuses et formées par des dépôts successifs en minces couches superposées d'hydroxydes ferrugineux : la finesse de ces couches fait penser au dessèchement d'hydroxydes isolés par les ferro-bactéries.

Cuirasses ferrallitiques

Cuirasses issues du basalte ancien, directement ferruginisé dans la masse, avec départ secondaire du fer et accumulation de l'alumine sous forme d'oolithes blanches (route des Travaux Publics au nord de Ngaoundéré et débris isolés sur les pistes de brousse).

Cuirasses latéritiques, lessivées, d'où le fer est parti avec, ici aussi, accumulation de l'alumine sous forme d'oolithes puis de pisolithes, qui fusionnent dans les cas extrêmes pour donner une bauxite.

Ces bauxites n'existent pas sur notre carte faute de l'existence d'une cuirasse ancienne assez importante, mais on les rencontre sur la route de Tibati dans la descente sur Minim, formant des noyaux isolés, elles sont malheureusement inexploitables.

Bibliographie pédologique concernant la région de Ngaoundéré

P. Nellys. — Rapport de tournée dans l'Adamaoua. Recherche de zones de colonisation d'une ferme-pilote.

G. Bachelier. — Ngaoundéré (Plaine de la Vina, Marais du Marbouille, Marais du km 15, Verger des Services de l'Agriculture), août 1952.

A. Laplante, G. Bachelier. — Introduction à la Pédologie de l'Adamaoua. Carte au 1/25.000e, juillet 1953.

G. Bachelier. — Adamaoua 1954 (en 3 fascicules) :
fascicule 1 : Etude pédologique de la plaine de la Vina, septembre 1954.
fascicule 3 : Etudes pédologiques diverses dans la région de Ngaoundéré et de Meiganga, octobre 1954.

G. Bachelier. — Adamaoua 1955 (en 3 fascicules), juillet 1955.
fascicule 1 : Esquisse pédologique au 1/50.000e sur la réserve forestière de Ngaoundéré.
fascicule 2 : Etude pédologique de la zone des maraîchages de la Vina.

Publications

A. Laplante, G. Bachelier. — Les principaux sols formés sur roches volcaniques au Cameroun. Observations sur leur fertilité et leur exploitation agricole. Deuxième Conférence interafricaine des Sols.

G. Bachelier, A. Laplante. — Sur l'origine et la formation des cuirasses dites latéritiques dans l'Adamaoua. *C. R. Ac. Sc.*, t. 237, pp. 1277-9.

A. Laplante et G. Bachelier. — Un processus pédologique de la formation des cuirasses latéritiques dans l'Adamaoua. *Revue de Géomorphologie dynamique*, 5, septembre-octobre 1954, p. 214-9.

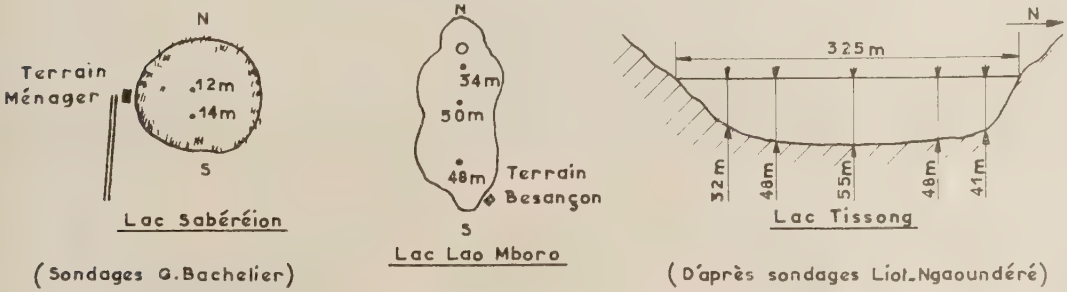
ANNEXE

Renseignements sur les Lahorés

Lahorés	Ca	Mg	K	Na	P	Cl	SO^4	
	(en mg par litre)							
Wakwa	286	199	30	696	traces	1.060	0	Analyse Mines
Wouldé	36	17,4	traces	300	»	24,25	16	»
Baoua.....	53,7	88,5	60,7	91,5	»	35,5	0	Analyse IRCAM.
Saï Houri	3,7	traces	2	102	»	36,4	0	»
Katine Foulbé ...	156	67,5	8	92	»	17,6	0	»
	(en g pour 1000 g)							
Echantillon natron.	0,7	traces	2,2	220	traces	bicarbonates et chlorures de sodium		Analyse IRCAM.

Lahoré Wakwa : Dégagement CO^2, goût salé.
Lahoré Wouldé : Eau à 40°.
Lahoré Baoua : Dégagement CO^2, goût légèrement salé.
Lahoré Saï Houri : Dégagement CO^2 faible, goût salé.
Lahoré Katine Foulbé : eau à 36°, dégagement SH_2, goût pas salé.

Renseignements sur les lacs de cratère



Lac Daba (terrain Legal du Tertre), non sondé mais peu profond étant donné la pente du marais qui le prolonge.

Lac N'Dem certainement dans les 50 m vers l'à pic granitique mais non sondé.

Expression des résultats

Tous les résultats, sauf le gravier, se rapportent à une terre tamisée au tamis de 2 mm et séchée à 105° :

Analyses mécaniques

A = Argile	< 0,002 mm		
L = Limon	de 0,002 à 0,02 mm	en % de la terre	
Sf = Sable-fin	de 0,02 à 0,2 mm	tamisée.	
Sgr = Sable grossier	de 0,2 à 2 mm		
Gr = Gravier	de 2 à 20 mm : en % de la terre totale.		

Eléments échangeables

Cations fixés sur les micelles argilo-humiques et susceptibles d'être « échangés » contre d'autres cations : CaO, MgO, K_2O, Na_2O en milliéquivalents pour 100 g de terre.

S = bases échangeables totales en milliéquivalents pour 100 g de terre (M. E. % g).

Pour mémoire : 1 M. E. CaO = 0,028 g
1 M. E. MgO = 0,020 g
1 M. E. K_2O = 0,047 g
1 M. E. Na_2O = 0,031 g

T = capacité de saturation en bases échangeables en M. E. pour 100 g de terre.

Rapport $\frac{S}{T}$ = degré de saturation du sol en bases échangeables.

Eléments assimilables

P_2O_5 en ‰.

Eléments totaux

Quartz + insolubles, SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, TiO_2, en g %.
CaO, MgO, K_2O, Na_2O, P_2O_5 en milliéquivalents pour 100 g de terre.

Réserve minérale

Bases totales — bases échangeables.

Azote et matières organiques

N = Azote total en g ‰.
C = Carbone en g %.

Rapport $\frac{C}{N}$ indiquant la qualité de la matière organique.

M. O. = Matières organiques en g %.
Humus en g ‰.

pH.

$\frac{Mg}{Ca}$ et $\frac{Na}{Ca}$ (rapports calculés à partir des bases échangeables converties en milliéquivalents.)

MÉTHODES D'ANALYSE EMPLOYÉES

Analyses mécaniques

Réalisées par dispersion au pyrophosphate de sodium et prélèvements à la pipette Robinson.

Eléments échangeables

Extraits par lessivage à l'acétate d'ammonium neutre N.

CaO, MgO, K_2O et Na_2O dosés par photométrie de flamme à Bondy (France).
S calculé à partir des bases échangeables converties en M. E. %.
T obtenu par lessivage à l'acétate d'ammonium N, rinçage à l'alcool, déplacement au ClNa et dosage de l'azote par le procédé Kjeldhal.

Eléments assimilables

P_2O_5 dosé par la méthode citrique.

Eléments totaux

SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO et TiO_2 dosés après attaque aux trois acides.
CaO, MgO, K_2O et Na_2O mis en solution par attaque à chaud à l'acide nitrique.
CaO dosé par les complexons.

MgO, K_2O et Na_2O dosés par spectrographie de flamme à l'IRCAM (Yaoundé).
P_2O_5 dosé par la méthode de Lorentz.

Azote et matières organiques

Carbone : obtenu par attaque au bichromate en milieu sulfurique et dosage au sel de Mohr en présence de diphényl-amine.
Azote : obtenu par la méthode Kjeldahl, catalyseur de Pregl.
Matières organiques (M. O.). M. O. % = C % × 1,724.
Humus par méthode Chaminade : extraction à l'oxalate d'ammonium 3 % et dosage manganimétrique.

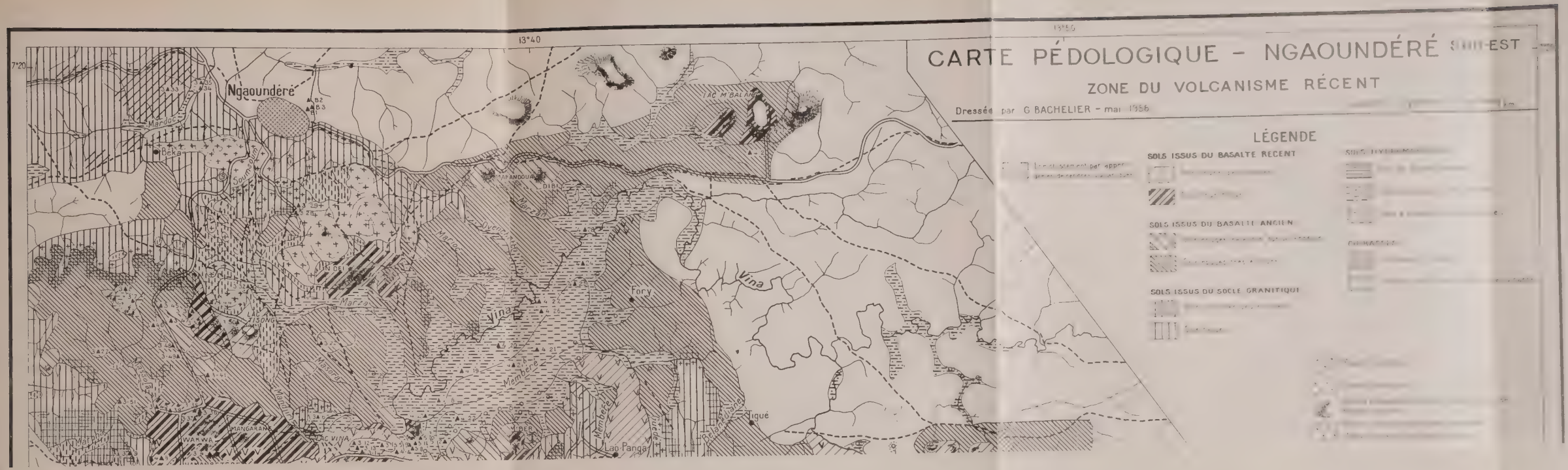
pH

Relevé au potentio pH mètre.

RÉSUMÉ. — *Cette étude pédologique a été entreprise dans le but de déterminer la vocation agricole, d'élevage ou forestière des terres d'altitude, formées dans la zone de volcanisme récent située au sud-est de Ngaoundéré au Cameroun.*

Le matériau parental est déterminant, c'est soit du basalte récent et du basalte sub récent, soit du basalte ancien, soit du granit.

Après une étude d'ensemble géologique, hydrographique, climatologique, phytogéographique et économique du pays, l'A. entreprend la description des sols.


13°40
7°20
Ngaoundéré
Béka
Marioo
Mbamyo
LAC TISONG
MANGARAME
WANWA
LAC VINA
LAC M'BALAM
TAPANDOUA
DIBIN
Mbamyo
Vina
Fory
Vina
Membéré
Membéré
Lao Panga
Tigué
CARTE PÉDOLOGIQUE - NGAOUNDÉRÉ SUD-EST
ZONE DU VOLCANISME RÉCENT
Dressée par G BACHELIER - mai 1956
LÉGENDE
SOLS ISSUS DU BASALTE RECENT
SOLS ISSUS DU BASALTE ANCIEN
SOLS ISSUS DU SOCLE GRANITIQUE

Les meilleurs sont les sols foncés formés sur les produits du volcanisme récent. Ils présentent une certaine richesse chimique. Malheureusement ils ne peuvent pas être cultivés en saison sèche, et leurs possibilités d'irrigation sont rares.

Les sols brun-rouge à rouges formés sur les basaltes anciens sont très homogènes. Leur vocation semble être uniquement forestière. Parfois ils sont rajeunis, les terres constituent alors des îlots de fertilité.

Les sols formés sur granit sont de plusieurs natures. Leur vocation semble être forestière ou pastorale pendant la saison des pluies.

Dans les dépressions se constituent des sols hydromorphes, dont la nature varie suivant le matériau de comblement : sols de décomposition des basaltes ou des granits. Ils peuvent servir de pâturages, surtout après drainage et irrigation.

Deux sortes de cuirasses, les cuirasses ferrugineuses et les cuirasses ferrallitiques, se rencontrent également.

SUMMARY. — *The present study has been undertaken in order to find out whether the zone of highland soil, of recent volcanic origin, laying south-west of Ngaoundéré in Cameroon, should be dedicated to agriculture, pasture or forestry.*

Such determination depends on texture of parent rock, which is either recent basalt, sub-recent basalt, old basalt or granite.

Following a general geologic, hydrographic, climatologic, phytogeographic and economic survey of this region, the Author proceeds to describe the soil.

The best soils are dark and owe their formation to the products of recent volcanic origin. Their inorganic elements are rather abundant. But cultivation is impossible during the dry season and irrigation is rarely practicable.

Brown-red to dark-red soils covering old basalt formations are very homogeneous. Their only destination is forest land. At times, some of these are rehabilitated and constitute fertile arae.

Soils laying on granite are of manifold nature. They seem to be destined to become forest land, or pasture during the rain spell.

In lower laying land soils are hydromorphous and their nature varies according to underlayer : basalt or granite. They may become pasture land after due drainage and irrigation.

One may also observe the presence of ferruginous and ferralytic concretion.

RESUMEN. — *El fin de este estudio pedológico es la determinación de la vocación agrícola, pecuaria o forestal de las tierras altas formadas en la zona de volcanismo reciente situada al sureste de Ngaounderé en Camerún.*

Se determina por la roca madre que puede ser basalto reciente, basalto subreciente, basalto antiguo, o granito.

Después de un estudio general geológico, hidrográfico, climatológico, fitogeográfico y económico del país, el autor describe los suelos.

Los mejores son los suelos pardos formados sobre los productos volcánicos recientes. Tienen bastantes elementos químicos. Pero no pueden cultivarse durante la época seca y la irrigación puede practicarse de rado.

Los suelos de color pardo-rojizo a rojo oscuro formados sobre los basaltos antiguos son muy homogéneos. Su vocación parece únicamente forestal. A veces están rejuvenecidos, y constituyen entonces áreas fértiles.

Los suelos formados sobre granito tienen varias naturas. Su vocación parece forestal o pastoral durante la época lluviosa.

En las depresiones se constituyen suelos hydromorfos cuya natura varía según el material que cubren : basalto o granito. Pueden volverse pastos, sobre todo después de drenados e irrigados.

Pueden encontrarse piedras ferruginosas y concreciones ferralíticas.

VÊTEMENTS COLONIAUX

DAC

VOUS ÉQUIPERA DE LA TÊTE AUX PIEDS
POUR LE CLIMAT TROPICAL

Remise 5 % à nos lecteurs

2ter Boulevard Saint-Martin, PARIS X^e^

BIOLOGIE FLORALE DU *COFFEA DEWEVREI* DE WILD RACE *EXCELSA* A. CHEVALIER

1re *PARTIE*

MICROSPOROGÉNÈSE ET ÉTUDE DU GAMÉTOPHYTE MALE

par

DUBLIN Pierre

Chef de travaux des Laboratoires de la France d'Outre-Mer
à la Station de Recherches de Boukoko (Oubangui)

INTRODUCTION. HISTORIQUE

Le *Coffea excelsa* a été découvert en 1903, par le célèbre botaniste explorateur : Auguste Chevalier, au cours d'une mission en Afrique, où il a trouvé l'espèce à l'état spontané dans le bassin du fleuve Chari.

Le créateur de cette espèce, la décrit en détail, dans son ouvrage : « Les Caféiers du Globe » fasc. III, 1947.

« Arbre de 6 à 15 mètres de haut, et parfois 20 mètres, à port pyramidal ; feuilles à limbe ordinairement obovale, lancéolées, parfois obovales sur les rameaux non à l'ombre ; arrondies ou cunéiformes à la base, brusquement terminées par un acumen court et obtus ; 6 à 9 paires de nervures secondaires très saillantes, cymes florales de 1 à 5 à chaque nœud, comprenant chacune 2 à 4 fleurs portées par des pédicelles courts, munis à la base de 3 calicules superposées. Calice à limbe libre plus court que le disque, corolle de 20 mm, tube de 8 à 10 mm sur 6 de large. Les fleurs desséchées persistent longtemps sur les rameaux après floraison : les fruits ovoïdes, un peu comprimés, de 17 à 18 mm de long, 15 mm de large, surmontés d'un disque circulaire à peine saillant de 5 mm de diamètre ».

Ce même auteur délimite, comme suit, l'aire géographique de l'*excelsa* :

« Affluents nord de l'Oubangui et galeries forestières bordant les hauts affluents du Chari, dans la région de N'Dellé entre 8° et 8°30 de latitude nord et de 500 à 700 m d'altitude, rives du Boro et de la Plata, de la Gounda, du Mamfa.

Il est spontané aussi dans l'Ouellé, au Cameroun, hauts affluents de la Sangha près de Yokadouma ».

Dans les quelques années qui suivirent sa découverte, le caféier *excelsa* allait être introduit dans la plupart des pays producteurs de café.

« A Java, après l'invasion de l'hemileia, on introduit, vers 1876, le *Coffea liberica* et, en 1900, le *C. canephora*, plus connu sous le nom de Robusta. Peu de temps après, étaient introduites, à Buitenzorg et à la Station de Tjikeumenh, les nouvelles espèces de caféier que nous venions de découvrir en Afrique et notamment l'*excelsa*.

(A. Chevalier : « Les Caféiers du Globe », I, 1929),

Au Brésil, l'introduction de l'*excelsa* date de 1913, elle a été faite à partir de graines ramenées de Java par Ed. Navaro de Andrade, à la suite d'une mission effectuée aux Indes Néerlandaises.

A Madagascar, il fut introduit à la Station de l'Ivoloina en 1910.

La culture de l'*excelsa* se répandit très rapidement à la suite des succès enregistrés au cours des premiers essais. Elle fut pratiquée en Indochine, Java, Afrique Occidentale, Oubangui-Chari, Cameroun.

Dès le début de sa mise en culture, plusieurs auteurs ont décrit les qualités exceptionnelles de cette espèce, en lui prédisant un avenir extrêmement brillant.

« Le caféier *excelsa*, introduit à Java et en Indochine par A. Chevalier, il y a environ vingt ans, prend dans la grande culture une place d'année en année plus importante et est appelé à devenir l'une des principales sortes exploitées dans ces pays.

« Il donne un café de qualité supérieure à celle des autres cafés du même groupe, mais encore très inférieure à celle de l'*arabica* ». (R. du Pasquier. La culture du caféier *excelsa* à Java et en Indochine. *R. B A*, 1926).

Le Docteur Bailly, dans son rapport sur l'activité de la station de Midden à Java en 1920, dit que l'*excelsa* doit être placé au premier rang des caféiers susceptibles de remplacer le Robusta sur les terrains qui ne conviennent pas à cette espèce.

J. Lhuilier, dans son ouvrage « Le Café dans la colonie française de l'Oubangui » 1933, écrit :

« Dans l'Oubangui-Chari, dès le début de l'extension des plantations de caféiers, nous avons conseillé uniquement l'espèce naturelle : le *Coffea excelsa*, que nous étions amené à préférer surtout pour ses qualités culturales, résistance à la sécheresse, résistance aux maladies, pour sa bonne fructification.

« Pour nous, le caféier indigène que nous appelons *excelsa*, offre seul de l'intérêt. Comme nous l'avons dit, les fèves plaisent au commerce plus que celles des divers *canephora*, et donnent un café de qualité sensiblement supérieure ».

En décembre 1928, M. Delignon, dans un rapport présenté à l'Association Nationale d'Expansion Economique sur le café, dit au sujet de l'*excelsa* :

« Le caféier trouvé en 1903 par A. Chevalier, dans le Haut-Chari, se classe de plus en plus comme producteur de café, sa culture se répand tant en Malaisie qu'en Indochine, robuste, résistant aux maladies, d'une grande productivité, donnant un café de goût agréable, franc et suffisamment nerveux. L'*excelsa* s'accommode des terrains les plus variés, prospère du niveau de la mer à 1.400 m d'altitude. C'est une plante de grande culture et de grand avenir, on ne saurait exagérer la valeur de sa découverte, elle marque une date dans l'histoire du café et fait le plus grand honneur à l'éminent savant, son auteur. »

En fait la plupart des idées émises sur les caractéristiques de l'*excelsa*, ne reposent guère sur des recherches précises, et nos connaissances de la biologie de cette espèce sont encore très incomplètes.

A part quelques observations non suivies sur la variabilité des caractères de l'*excelsa*, sur l'échelonnement de sa floraison et maturation, on ne saurait mentionner que la détermination du caryotype $n = 11$, faite par Krug, et l'hypothèse d'une autostérilité chez l'*excelsa* émise par les auteurs hollandais.

Les prédictions relatives à l'*excelsa* devaient se révéler ultérieurement, très loin de la réalité. Les *canephora*, dont la culture dans les différents pays producteurs de café, augmente chaque jour, ont relégué, au second rang, les cafés excelsoïdes. La destruction des plantations d'*excelsa* par la fusariose, tant en A E F qu'en A O F, acheva de clore ce chapitre, en décourageant toute tentative de reprise de culture de cette espèce.

Mais, au cours de ces dernières années (1950-54) M. A. Saccas, phytopathologiste à la Station de Boukoko, à la suite de milliers d'infections artificielles de fusariose, aboutit à la découverte de plusieurs génotypes résistant à la trachéomycose. La reprise de la culture de l'*excelsa* en Oubangui, où les surfaces offertes à cette espèce sont immenses, devenait donc possible, et s'imposait, pour le relèvement du standard de vie des populations d'une grande partie de ce territoire.

En outre les expertises récentes de dégustation d'échantillons d'*excelsa* montrent que les caractéristiques organoleptiques de cette espèce présentent une grande variabilité ; à côté de types franchement inconsommables, il en existe qui sont facilement commercialisables.

D'autre part, la possibilité de multiplier, végétativement et sur une grande échelle, les génotypes intéressants, permet de fonder le plus grand espoir quant à l'obtention d'un produit homogène, de qualité, apte à s'imposer sur le marché au même titre que les autres cafés.

Aussi, dès 1956, une soixantaine d'hectares d'*excelsa* ont été plantés en Oubangui. Les surfaces, qui doivent être occupées avec cette espèce, atteindront plusieurs centaines d'hectares en 1957.

Donc, au moment, où nous assistons à une tendance très accrue et justifiée de la reprise de la culture de l'*excelsa*, il nous a paru indispensable de faire le point sur la somme des connaissances acquises sur ce caféier. Il était urgent d'éclairer scientifiquement les points restés obscurs, de compléter la connaissance de cette espèce par des recherches systématiques et précises, afin de jeter les bases d'un programme d'amélioration génétique de ce caféier.

Nous avons donc entrepris, en premier lieu, l'étude de la biologie florale de l'*excelsa* dont on ne possède, à l'heure actuelle, que des données incertaines.

L'épuisement d'un sujet aussi vaste exigera plus d'une année d'observations, aussi nous avons préféré présenter les résultats au fur et à mesure qu'ils étaient connus.

Dans cette première partie, seule l'étude de la microsporogénèse et du gamétophyte mâle sera abordée. Elle sera suivie de recherches sur la macrosporogénèse, la fécondation, le développement du fruit et les phénomènes de stérilité chez l'*excelsa*.

MATÉRIEL D'ÉTUDE

Il existait à la Station, au moment où cette première étude fut abordée, un millier de caféiers, appartenant à l'espèce *Coffea Dewevrei* de Wild, race *excelsa* Chevalier, âgés de cinq à dix ans, formant trois groupes d'origines différentes.

Le premier comprend quatre cent cinquante arbres, âgés de cinq ans, tous individuellement résistant à la fusariose, obtenus à partir de graines récoltées sur vingt-quatre arbres qui avaient été repérés dans plusieurs plantations européennes de l'est Oubanguien.

Le deuxième, qui groupe un effectif égal, comprend des arbres de même âge, mais tous F2 illégitimes d'un arbre : A.28, qui avait été sélectionné par Lhuilier.

Le troisième, installé en savane, est constitué par des arbres âgés d'une dizaine d'années, qui représentent la F1 illégitime d'un même arbre, seul rescapé d'une attaque de fusariose, qui avait détruit cent hectares d'*excelsa*.

Cet ensemble constitue donc un matériel relativement varié, au sein duquel nous avons, au hasard, choisi un certain nombre d'arbres qui ont fourni les boutons floraux, pour la réalisation des études qui suivent.

MICROSPOROGÉNÈSE
FORMATION ET DÉVELOPPEMENT
DES CELLULES MÈRES DÉFINITIVES DES GRAINS DE POLLEN

Technique.

Des boutons floraux, d'âge et de développement les plus différents, ont été prélevés sur plusieurs arbres.

Après dissection, ils ont été fixés dans le mélange de Navashine et inclus dans la paraffine. Des coupes longitudinales et transversales de 6 à 10 microns d'épaisseur, suivant l'état de développement de ces boutons, ont été faites.

Nous avons utilisé, dans tous les cas, la coloration au violet de gentiane.

Les examens microscopiques ont été faits à l'aide d'un microscope Wild, modèle M.10, et les dessins exécutés avec une chambre claire O P L.

Une très jeune anthère de l'*excelsa*, présente, en coupe transversale, un contour tétrangulaire. Les emplacements des futurs sacs polliniques sont marqués par quatre amas de petites cellules, arrondies, isodiamétriques, au sein desquelles, on distingue très rapidement la cellule mère primordiale, beaucoup plus volumineuse que les cellules voisines.

Cette dernière, après deux à trois divisions successives, conduit à la formation des cellules mères définitives des grains de pollen, qui, en coupe transversale, forment un lot de neuf à douze grosses cellules à contour plutôt géométrique (fig. 1).

En coupe longitudinale, elles forment, en général, trois rangées de cellules superposées (fig. 2).

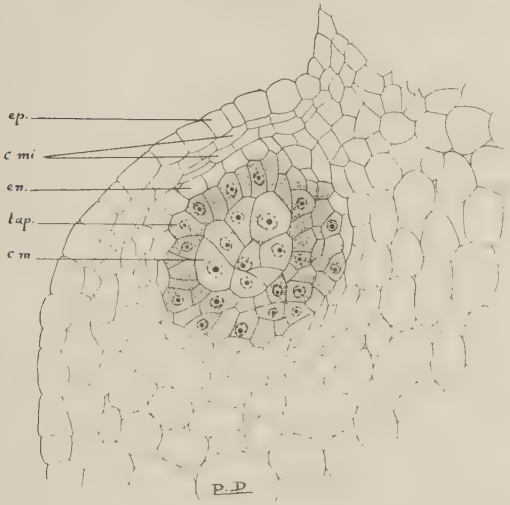


FIG. 1. — Coupe transversale d'anthère avec : épiderme (ep), couches mitoyennes (c. mi), andothécium (en), cellules tapétales (tap), cellules mères des grains de pollen (c.m.) (G. = 420 ×).

FIG. 2. — Coupe longitudinale d'anthère : stade « pause florale » (G. = 400 ×).

A ce stade le tapis est constitué par une ou deux rangées de cellules uninucléées à cytoplasme dense.

Les cellules mères définitives des grains de pollen, et les cellules du tapis augmentent peu à peu leurs dimensions. Il en résulte un écrasement des couches mitoyennes qui, au maximum du développement des cellules précédentes, ne sont plus constituées que par des cellules très aplaties, à limites indistinctes.

Au terme de leur développement, les cellules mères mesurent 18,3 microns de long, le noyau 8,5 microns de diamètre, et le nucléole 3,3 microns de diamètre.

Arrivée à ce stade, la cellule mère entre dans une phase de latence de durée variable, c'est la « pause florale »

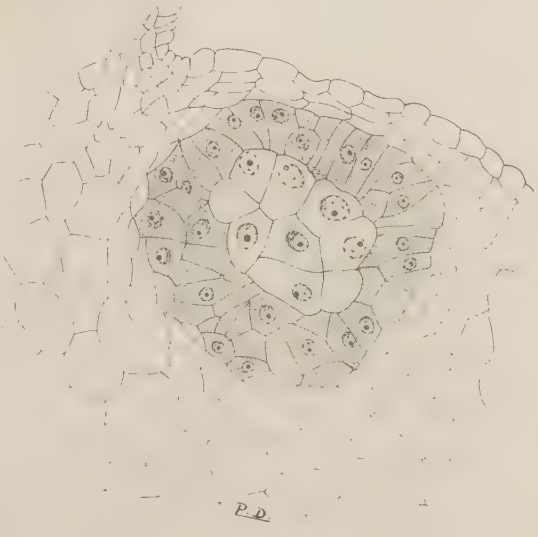


FIG. 3. — Coupe transversale d'une anthère au stade « pause florale ». Cellules mères des grains de pollen et cellules tapétales au maximum de leur développement (G. = 420 ×).

MICROSPOROGENÈSE

Technique.

Extérieurement, le bouton floral, qui jusqu'alors avait montré une croissance continue, parallèlement à l'évolution cellulaire précédente cesse de croître et attend (fig. 2 et 3).

Le déclenchement des processus méiotiques, chez le *Coffea excelsa*, n'échappe pas à la règle générale du genre.

La cellule mère du grain de pollen, arrivée au stade précédent, pause florale, ne poursuit son développement normal, devant conduire à la formation des microspores, qu'à la suite de l'action stimulante d'une pluie. C'est seulement après cette pluie, que l'on assiste à des transformations nucléaires visibles, témoins d'un démarrage de la méiose.

Dans les conditions naturelles, la méiose est entièrement terminée dans les quarante-huit heures qui suivent la pluie déclencheuse : au bout de ce temps, les tétraspores sont en effet déjà formées.

Afin de pouvoir contrôler le déroulement des processus méiotiques, des branches florifères, dont les boutons floraux avaient toutes les chances d'être en pause florale, furent placées dans des cristallisoirs remplis d'eau constamment renouvelée.

Dans de telles conditions, l'activation se fait comme dans la nature à la suite d'une pluie, et les boutons floraux poursuivent leur développement jusqu'à épanouissement.

Des anthères prélevées à intervalles réguliers ont été, après écrasement, colorées au carmin acétique contenant une trace de perchlorure de fer.

Dès qu'un stade intéressant apparaissait, les anthères étaient fixées au Navashine, incluses et coupées longitudinalement à 10 microns d'épaisseur. Les coupes étaient ensuite colorées au violet et montées dans du beaume du Canada.

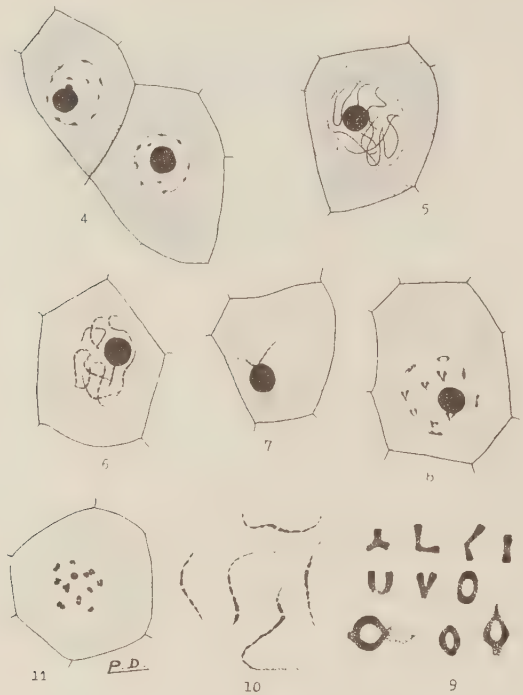


PLANCHE I

Fig. 4. Cellules-mères de grains de pollen : noyau au stade quiescent, avec micronucléole et prochromosomes (G = 3100 ×). — Fig. 5. Cellules-mères de grains de pollen : stade zygotène (G = 2100 ×). — Fig. 6. Cellules-mères de grains de pollen : stade pachytène (G = 2100 ×). — Fig. 7. Stade pachytène, chromosome accroché au nucléole (G = 2100 ×). — Fig. 8. Cellules-mères de grains de pollen : stade diacynèse ; on note une paire de chromosomes attachée au nucléole (G = 2100). — Fig. 9. Types de chromosomes rencontrés en diacynèse ou en métaphase I (G = 4250). — Fig. 10. Types de chromosomes rencontrés au stade pachytène. — Fig. 11. Fin de diacynèse, début de la métaphase I, la membrane nucléaire a disparu, le nucléole très réduit est visible encore (G = 2100 ×). [Les grossissements sont à diviser environ par deux].

Stade quiescent :

Les noyaux des cellules mères, au stade quiescent, mesurent en moyenne, 8,5 microns de diamètre. Ils présentent des prochromosomes très nets, avec un nucléole volumineux, qui se colore très fortement. Très souvent, on note la présence de micronucléole (planche I, fig. 4).

Leptotène :

Le début de la prophase se caractérise par un gonflement des prochromosomes qui, en même temps, semblent se décoller légèrement de la membrane nucléaire. Puis on assiste à un déroulement des chromonémas, qui se présentent alors comme de fins filaments, faiblement chromatiques et qui remplissent toute la cavité nucléaire, ou, plus souvent, sont rassemblés dans un coin de cette cavité.

Suivant le degré de développement de ces chromosomes, on observe quelquefois à leur extrémité un renflement de chromaticité plus accentuée, et qui constitue pour ainsi dire leur centre de déroulement.

Zygotène :

On note à ce stade un nucléole encore volumineux et très nettement coloré, la cavité nucléaire a augmenté très légèrement de volume par rapport au stade qui précède.

Les chromosomes forment de fins filaments, faiblement chromatiques, ménageant des mailles plus ou moins lâches. Il est encore impossible de les dénombrer (planche I, fig. 5).

Pachytène :

Ce stade est caractérisé par un amas de chromosomes dont le degré de contraction est déjà suffisamment poussé, pour les rendre très distincts.

Ces chromosomes se colorent très fortement, et, de part et autre du centro-mère qui devient alors très net, on distingue les zones hétéro-chromatiques : alternance de segments incolores et de segments fortement colorés.

Ici encore, il est assez difficile de faire le dénombrement chromosomique, par contre, on aperçoit très distinctement une paire de chromosomes, accrochés au nucléole. Il présente une branche courte et une branche beaucoup plus longue, la plus courte étant celle qui reste attachée au nucléole.

Il ne nous a pas été possible de déterminer le nombre de plages chromatiques de la branche la plus courte (planche I, fig. 6 et 7). D. M. Medina, qui a trouvé chez le *Dewevrei* une paire de chromosomes attachés au nucléole, aurait compté jusqu'à cinq zones chromatiques dans la branche courte.

Il est très facile à ce stade de faire quelques observations sur les chromosomes. On constate que certains sont parfaitement symétriques, et présentent, de part et d'autre du centro-mère, deux bras de longueur et de chromaticité identique ; dans d'autres cas, les chromosomes peuvent être plus ou moins asymétriques, avec une chromaticité localisée dans un seul bras (fig. 10).

Une mention doit être faite pour un chromosome, chez lequel la différence de longueur entre les deux branches atteint le maximum. Ce chromosome se caractérise par une longue branche dont la chromaticité diminue à mesure que l'on s'éloigne du centro-mère, et d'une autre fortement chromatique, et extrêmement courte.

Diacynèse :

Stade particulièrement remarquable, par ses chromosomes appariés fortement contractés et, en général, disposés à la périphérie du noyau.

Le nucléole déjà assez réduit par rapport au stade quiescent, existe encore avec sa paire de chromosomes qui lui restent accrochés. Le noyau à ce stade atteint son diamètre maximum ; de 8,5 microns de diamètre qu'il mesurait au début de la prophase, il passe maintenant à 10,5 microns.

Ces chromosomes appariés sont très fortement colorés par suite d'une contraction déjà poussée, et qui s'accentuera encore au stade suivant : métaphase I, pour aboutir à la formation des gemini.

Ce stade diacynèse est celui qui convient le mieux pour l'étude des appariements chromosomiques et le comptage des chiasmas.

Dans toutes les cellules en diacynèse, observées, nous avons toujours trouvé onze paires de chromosomes. Suivant le nombre de chiasmas, ils présentaient des formes variées en : I, U, Y, V, L, quand il n'y avait qu'un seul chiasma ; O quand il y en avait deux et beaucoup plus rarement des formes de 8 quand le nombre de chiasmas était de trois ou plus (planche I, fig. 8 et 9).

En métaphase I, les onze paires de chromosomes, ayant atteint alors le maximum de contraction, se présentent comme autant de petits bâtonnets, à peine plus longs que larges,

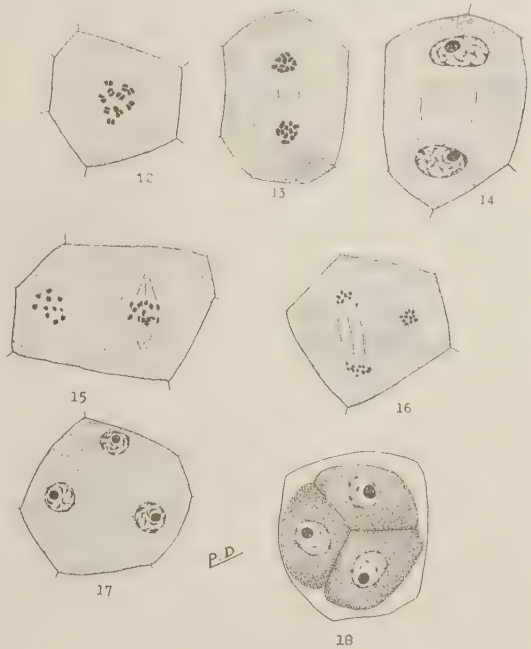


PLANCHE II

Fig. 12. Métaphase I, fissuration des chromosomes, début d'anaphase : vue polaire (G = 2100 ×). — Fig. 13. Anaphase I, vue latérale (G = 2100 ×). — Fig. 14. Diade (G = 2100 ×). — Fig. 15. Anaphase II suivant deux plans perpendiculaires (G = 2100 ×). — Fig. 16. Télophase II (G = 2100 ×). — Fig. 17. Tétrade (G = 2100 ×). — Fig. 18. Tétraspores (G = 2100 ×). [Les grossissements doivent être diminués environ de moitié].

disséminés sans ordre au sein du cytoplasme ; la membrane nucléaire ainsi que le nucléole ont totalement disparu (planche I, fig. 11 et 12).

L'anaphase I se déroule très normalement, donnant à chaque pôle 11 chromosomes ponctiformes. Dans aucun cas, nous avons rencontré de chromosomes en retard, ni de formation de pont chromosomique (planche II, fig. 13).

A la fin de la télophase I, les chromosomes perdent peu à peu leur contour net ainsi que leur forte chromaticité ; il y a formation de deux noyaux ayant chacun un nucléole, faiblement coloré, mais nettement visible. La diade, ainsi formée, n'évolue jamais vers le stade quiescent typique, caractérisé par des protochromosomes très nets. Les noyaux de la diade évoluent rapidement, et, après une mitose très rapide, donnent naissance à quatre groupes de onze chromosomes, ponctiformes comme ceux de l'anaphase I, mais dont on les distingue à cause de leurs dimensions plus réduites (fig. 14 15 et 16).

L'anaphase II se fait en général suivant des directions perpendiculaires, mais il n'est pas exceptionnel de rencontrer des « fuseaux » disposés parallèlement.

A la fin de la télophase II, on aboutit à la formation d'un tétrade avec quatre noyaux, qui, peu à peu, s'organisent avec prochromosomes et nucléole. Ce n'est qu'alors que les parois séparatrices apparaissent et forment ainsi quatre microspores tétraédriques ou en disposition cruciée (planche II, fig. 17 et 18).

Ce stade tétraspore est atteint environ quarante-huit heures après l'action de la pluie déclencheuse.

LE GAMÉTOPHYTE MALE
FORMATION DES NOYAUX REPRODUCTEURS ET VÉGÉTATIFS

Techniques.

Après la formation des tétrades, nous avons continué de prélever régulièrement des étamines, et les anthères ont été fixées au Navashine, incluses et colorées comme précédemment au violet de gentiane. Elles ont été coupées, tantôt transversalement, tantôt longitudinalement, suivant des épaisseurs variant de 10 à 20 microns.

En outre, au moment de l'anthèse, du pollen a été recueilli, fixé dans un mélange de trois volumes alcool absolu et un volume acide acétique glacial. Après vingt-quatre heures de fixation, les grains de pollen ont été colorés au carmin acétique contenant des traces de perchlorure de fer. Cette deuxième technique permet de voir très nettement le noyau reproducteur, il a l'inconvénient de gonfler considérablement le grain de pollen, dont les dimensions contrastent fortement avec celles des autres colorés au violet de gentiane (planche III, fig. 26).

Les tétraspores, avant la dissociation, présentent en coupe optique un contour triangulaire, avec, au centre, un noyau, dont les prochromosomes se colorent très distinctement, et un nucléole volumineux. Le cytoplasme est dense et sans vacuole.

Peu après la dissociation, la jeune microspore acquiert un contour arrondi. On aperçoit déjà quelques petites vacuoles, disséminées çà et là dans le cytoplasme.

Ce noyau ne tarde pas à montrer des signes d'activité. Le début de la prophase se caractérise alors par des prochromosomes, dont les dimensions ont considérablement augmenté, avec une partie centrale très chromatique et les deux extrémités faiblement colorées.

Nous n'avons pas pu observer en détail le déroulement de cette mitose.

En métaphase, on a onze chromosomes en bâtonnets, plus allongés que ceux de la métaphase réductionnelle (planche III, fig. 21).

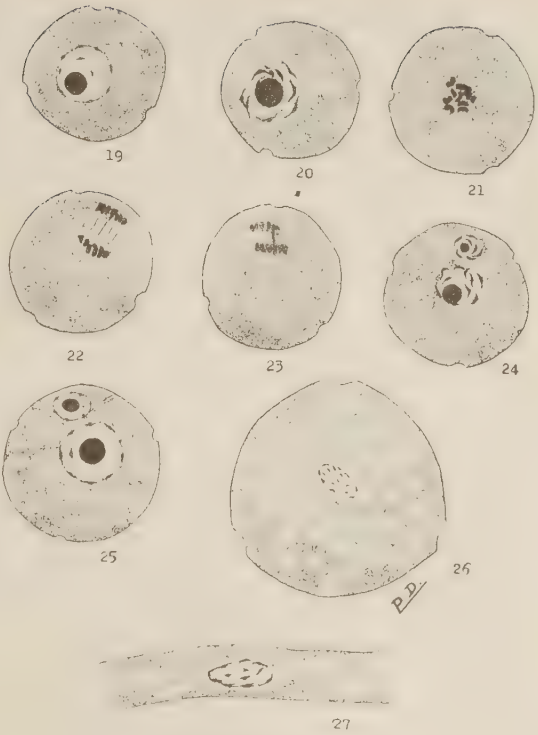
L'anaphase est remarquable par sa position plus ou moins excentrée : il y a formation de deux groupes chromosomiques, dont l'un semble se diriger manifestement vers la périphérie, et qui donnera naissance au noyau reproducteur, tandis que l'autre reste au centre. Ce dernier constituera le stock chromosomique du noyau végétatif. Donc, d'après les images que nous avons observées, le noyau reproducteur semble prendre naissance directement en position pariétale.

Au stade binucléé, la microspore présente un noyau végétatif avec des prochromosomes nets, un nucléole volumineux et bien coloré, un noyau reproducteur beaucoup plus petit et en position

PLANCHE III

Fig. 19. Microspores après la dissociation des tétraspores. Stade quiescent. (G = 2100 ×). — Fig. 20. Microscopes : noyau en début de prophase (G = 2100 ×). — Fig. 21. Microscopes : noyau en métaphase (G = 2100 ×). Fig. 22-23. Microspores : anaphase, on note la formation d'un pont chromosomique dans le cas de la fig. 23 (G = 2100 ×). — Fig. 24. Microspore binucléé nouvellement formée (G = 2100 ×). — Fig. 25. Microspore binucléé, noyau végétatif central énorme, noyau reproducteur plus petit, disposé à la périphérie. Cytoplasme du noyau reproducteur hyalin, séparé du reste par une zone plus claire (G = 2100 ×). — Fig. 26. Microspore uninucléé, noyau reproducteur central, lenticulaire, entouré de son cytoplasme : coloration au carmin acétique (G = 2100 ×). — Fig. 27. Tube pollinique avec noyau reproducteur. Coloration au carmin acétique (G = 2100 ×).

N. B. — Notez l'augmentation des dimensions (fig. 22-23) due au carmin acétique, les autres coupes ont été colorées au violet de gentiane. [Les grossissements doivent être diminués de moitié].



pariétale. Ce noyau reproducteur s'entoure d'un cytoplasme hyalin, non vacuolisé, distinct du cytoplasme végétatif dont il est séparé par une paroi éphémère qui, en réalité, est une zone plus claire et sans structure. Le noyau végétatif conserve sa position centrale et est remarquable par son nucléole volumineux. Par la suite, on assiste à une régression de plus en plus poussée du noyau végétatif, dont les prochromosomes se distinguent de plus en plus difficilement par suite de leur perte totale de chromaticité: quant au nucléole volumineux, bien coloré au début, il perd peu à peu son embonpoint et ses couleurs.

Parallèlement, on note une vacuolisation de plus en plus poussée du cytoplasme. A l'anthèse, la microspore est pratiquement uninucléée. Au milieu d'un cytoplasme très fortement vacuolisé, on observe un noyau plus ou moins lenticulaire, entouré d'une zone cytoplasmique hyaline nettement différente du reste : c'est le noyau reproducteur, qui a quitté sa position pariétale et occupe maintenant une place nettement au centre (planche III, fig. 26).

CROISSANCE DE LA MICROSPORE

Techniques.

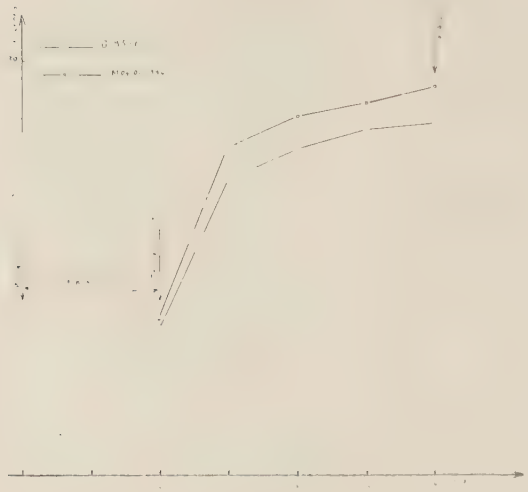
Nous avons utilisé pour l'étude de la croissance de la microspore le colorant Maneval. Nous avons fait un large emploi de ce colorant pour toutes les études biométriques et morphologiques des grains de pollen. Ce même colorant a été également employé pour faciliter le comptage des grains de pollen germés, dans les essais de germinations sur un milieu saccharosé ou glucosé.

Le colorant Maneval, est un mélange de glycérine, d'acide lactique, d'acide phénique et de fuschine acide à 1 %, dans les proportions suivantes :

acide phénique	20 cm³
acide lactique	20 cm³
glycérine	40 cm³
eau	20 cm³
solution aqueuse de fuschine acide à 1 %	5 cm³

Ce colorant, qui a déjà été utilisé par plusieurs auteurs, dont H. A. Tobby pour l'étude des *Crepis*, convient tout particulièrement pour l'étude biométrique de microspores. Il présente l'avantage de conserver le pollen pendant plusieurs semaines sans en modifier le volume ; on ne saurait en dire autant du carmin acétique.

Après le stade tétrade, des prélèvements de microspores ont été faits régulièrement toutes les vingt-quatre heures. Environ trois cents grains ont été mesurés chaque fois, et on a déterminé, pour chaque stade, le diamètre moyen de grains de pollen. Les données ont été portées sur le graphique I.



Graphique 1. — Courbe de croissance de la microspore.

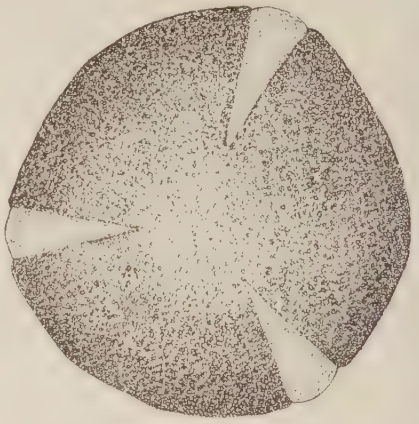


Fig. 28. — Grain de pollen du *C. Dewevrei* var. *excelsa*. Vue polaire.

On constate que la microspore augmente considérablement de volume et a une croissance accélérée pendant les premiers jours qui suivent la dissociation des tétraspores. Ses dimensions augmentent encore par la suite, mais de façon moins spectaculaire. Les dimensions définitives semblent être atteintes la veille de l'anthèse.

MORPHOLOGIE DES GRAINS DE POLLEN

Techniques.

Les boutons floraux, à la veille de leur épanouissement, prennent une teinte blanche, remarquable. Des branches florifères, dont les boutons avaient atteint ce stade, ont été transportées au laboratoire, et mises dans des cristallisoirs remplis d'eau. Le développement de la fleur se poursuit, et, le lendemain, après épanouissement, l'anthèse s'accomplit très naturellement.

Nous avons prélevé alors du pollen, sur plusieurs origines, de façon à constituer un échantillon représentatif. Ce pollen a été observé, à sec, ou après montage dans différents milieux : glycérine, solution sucrée, carmin acétique, colorant Maneval.

A sec le pollen de l'*excelsa* a une coloration jaune pâle, et une forme allongée avec un long sillon.

Déposé dans une des solutions précédentes (sauf la glycérine) il se gonfle peu à peu et prend une forme subsphérique. Ce pollen est en général tricolpé, avec trois pores germinatifs. Les sillons, dans aucun cas, ne semblent se fusionner au niveau des pôles qu'ils n'atteignent jamais.

En dehors de la surface plus lisse des sillons, tout le reste nous apparaît comme ponctué de fins granules donnant ainsi l'aspect d'une peau d'orange, mais avec un peu de relief (fig. 28).

En coupe optique, le grain de pollen de l'*excelsa* montre un exine, relativement mince, dont les ponctuations font relief de façon plus ou moins accentuée selon les origines. Pour certaines origines,

ces ponctuations sont si réduites que le pollen apparaît comme tout à fait lisse. Cet exine est interrompu au niveau des pores germinatifs. L'intine est beaucoup plus épais.

Le grain de pollen de l'*excelsa* présente, en général, trois pores germinatifs mais il n'est pas rare de voir des grains avec un ou deux pores et, plus souvent encore, des grains présentent quatre pores.

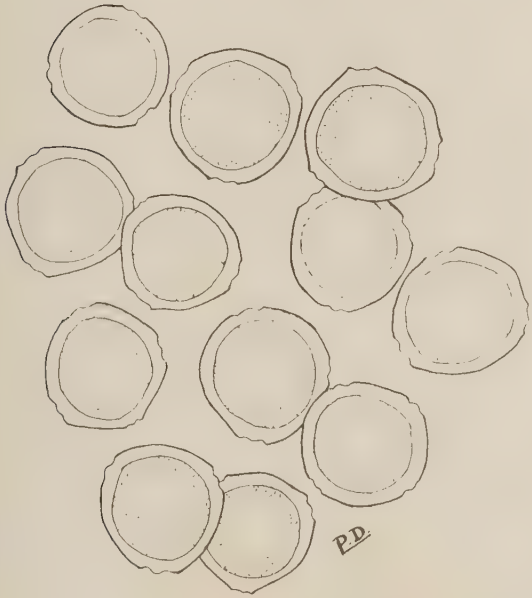


Fig. 29. — Pollen d'*excelsa*, coupe optique. Type de pollen homogène et relativement gros (ø = 29,15 microns), à intine épais (G. = 500 ×).

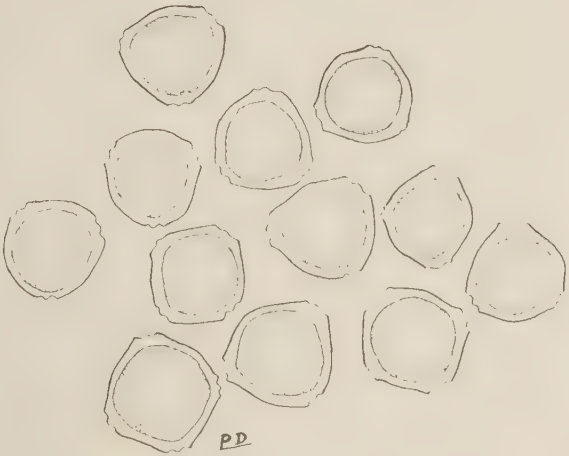


Fig. 30. — Pollen d'*excelsa*. Coupe optique, type de pollen homogène, relativement petit (ø = 23,18 microns).

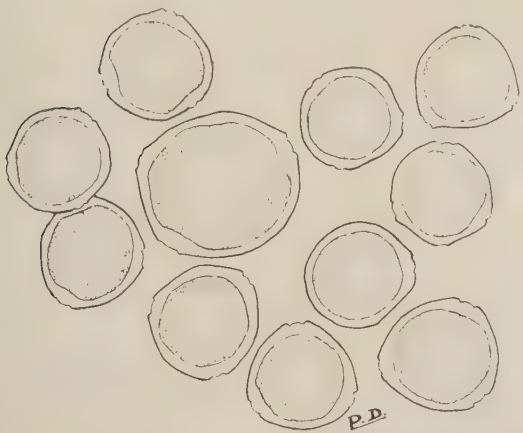


Fig. 31. — Pollen d'*excelsa*. Type de pollen hétérogène avec grains géants (G = 920 ×).

Fig. 32. — Pollen d'*excelsa*. Type de pollen hétérogène à intine très mince (G = 920 ×).

La proportion de grains tétracolpés varie d'une origine à l'autre, et semble être un caractère assez spécifique. On constate en effet, qu'à côté de la majorité des cas, dont le pourcentage des grains

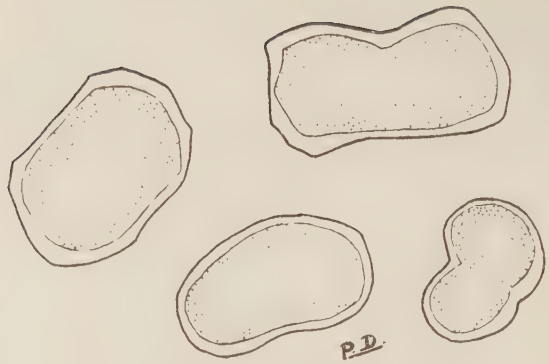


FIG. 33. — Pollen d'*excelsa*. Grains normaux (G. = 800 ×).

à quatre pores reste inférieur à 10 %, d'autres ont plus de 20 % de grains tétracolpés (Tableau I). A l'examen microscopique, on est d'ailleurs tout de suite frappé par la forte proportion de grains à quatre pores, pour certains pollens.

Les épaisseurs relatives de l'intine et de l'exine varient aussi d'un pollen à l'autre.

On rencontre quelquefois, mais en proportion très faible, des grains de pollen à contour irrégulier, et dont les dimensions semblent exagérées par rapport aux grains normaux. Ces microspores géants proviennent, soit de phénomènes de polyploidisation, ou plus probablement résultent de la fusion de grains par suite d'une faillite de cloisons séparatrices (fig. 29 à 33).

TABLEAU I

POLLEN. POURCENTAGE DE GRAINS TÉTRACOLPÉS

Origines	Nombre total de grains	Nombre de grains tétracolpés	% de grains tétracolpés
G-93-153	765	45	5,8
G-93-1	932	69	7,4
M04-05-161	710	88	12,3
M04-05-396	772	216	27,9
G-93-100	628	159	25,3
G-93-95	886	41	4,6
G-93-18	877	83	9,4
M04-05-284	634	129	20,3
G-93-122	840	71	8,4
G-93-261	843	43	5,1
G-93-247	865	38	4,3
G-93-299	973	12	1,2
G-93-79	858	113	13,1
G-93-171	579	155	26,7
G-93-187	632	91	14,3
G-93-370	921	46	4,9
M04-05-98	848	36	4,2
G-93-290	861	39	4,5
G-93-7	1 103	4	0,3
M04-05-236	608	149	24,5
G-93-250	673	86	12,7
G-93-232	768	73	9,5
G-93-202	925	27	2,9
G-93-36	822	49	5,9

DIAMÈTRE DES GRAINS DE POLLEN

Le pollen a été recueilli suivant les techniques précédemment exposées sur des origines chaque fois différentes. Les grains ont été colorés avec le mélange lacto-phénol fuschine acide de Maneval.

Environ trois cents grains ont été mesurés pour chaque origine, un tel effectif conduit à un

coefficient de variation toujours inférieur à 7, et est suffisant.

Le diamètre moyen, calculé en microns sur huit mille sept cent quarante-quatre grains de pollen, provenant d'une trentaine d'origines différentes, conduit à :

$$x = 26{,}02 \mp 0{,}024$$

Le diamètre varie d'une origine à l'autre d'une façon significative (Tableau II).

Chez l'*excelsa*, de la même façon que l'on trouve des variétés à fèves très grosses, et d'autres à fèves petites, dont les dimensions diffèrent d'une façon significative, de même on y trouve des types à pollen gros et d'autres à pollen petit, de dimensions significativement différentes.

Il en résulte que du point de vue de la systématique, ce caractère : diamètre des grains de pollen, pourra être utilisé au même titre que certaines caractéristiques morphologiques, pour définir tel clone, ou le différencier d'un autre. En règle générale, le pollen est homogène (fig. 34 et 35).

Graphique II. — Diamètre du grain de pollen chez *C. excelsa*. Polygone de fréquence N = 8744
$x = 26{,}02 \mp 0{,}024$.

Tableau II

Diamètre des grains de pollen

Origines	Nombre de grains mesurés	Diamètre moyen en microns	Ecart-type	Coefficient de variation
G-93-7	312	25,08 ± 0,065	1,162	4,6
M04-05-98	312	24,88 ± 0,073	1,305	5,2
M04-05-236	310	28,49 ± 0,102	1,796	6,3
M04-05-161	314	26,54 ± 0,087	1,647	5,8
M04-05-396	325	27,62 ± 0,085	1,535	5,5
M04-05-284	325	27,44 ± 0,091	1,641	5,9
G-93-95	325	25,00 ± 0,091	1,651	6,6
G-93-100	328	25,07 ± 0,088	1,590	6,3
G-93-18	350	27,09 ± 0,087	1,632	6,0
G-93-1	325	27,29 ± 0,083	1,512	5,5
G-93-153	326	25,22 ± 0,077	1,392	5,5
G-93-187	325	26,024 ± 0,087	1,572	6,0
G-93-171	325	23,70 ± 0,08	1,460	6,1
G-93-57	325	25,314 ± 0,726	1,310	5,1
G-93-290	325	25,267 ± 0,076	1,382	5,4
G-93-250	329	25,824 ± 0,095	1,727	6,6
G-93-79	325	23,186 ± 0,093	1,682	7,2
G-93-299	326	26,18 0,113	2,055	7,8
G-92-122	325	27,526 ± 0,098	1,782	6,4
G-93-261	325	23,24 ± 0,096	1,739	7,4
G-93-247	323	24,64 ± 0,098	1,769	5,4
G-93-232	324	28,00 ± 0,087	1,567	5,5
G-93-202	325	27,16 ± 0,093	1,693	6,2
G-93-36	325	29,15 ± 0,096	1,740	6,9

POURCENTAGE DE GRAINS VIDES

Nous avons, là aussi, utilisé le colorant Maneval, pour le dénombrement des grains de pollen vides chez le *C. excelsa*.

Ce caractère, pourcentage de grains vides, revêt une importance primordiale du fait qu'il conditionne, en grande partie, la valeur germinative du pollen, et, par conséquent, joue un rôle très grand dans les processus de fécondation. Par cette même voie, il conditionne également la productivité de la plante.

Ce caractère, chez la plupart des végétaux, dont il fit l'objet d'étude précise, serait, d'après de nombreux auteurs, sous la dépendance d'un petit nombre de gènes. Ce qui lui confère une certaine

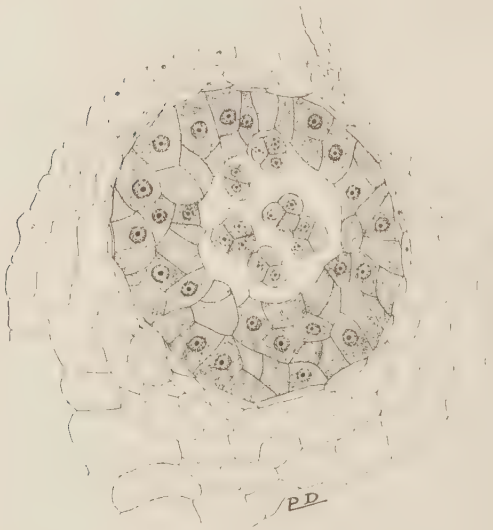


FIG. 34. — Coupe transversale d'une anthère. Dès le stade tétraspore, on note une vacuolisation du cytoplasme des cellules tapétales (G. = 300 ×).

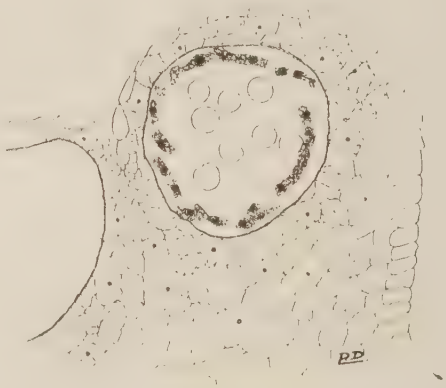


FIG. 35. — Coupe transversale d'anthère quelques jours avant l'anthèse. Les cellules tapétales sont constituées par des lambeaux de cytoplasme avec un noyau réduit, début de formation des épaississements fibreux de l'endothécium (G. = 200 ×).

valeur au point de vue systématique et justifie l'usage, qui en a été fait, dans quelques cas, pour distinguer différentes variétés d'une même espèce.

Le pourcentage de grains de pollen vides, chez une plante, traduit également son degré d'hybridité ; ce pourcentage est d'autant plus élevé que cette plante est plus loin d'acquérir son équilibre génique.

Pour chaque origine étudiée, le comptage a porté sur quinze cents à deux mille grains. On constate que chez l'*excelsa*, le pourcentage de grains de pollen vides est relativement faible dans tous les cas.

Comme corollaire de ce faible pourcentage de grains vides, le pourcentage de viabilité apparaît comme élevé. Ce pourcentage de viabilité étant obtenu à partir de la relation : 100 — % de grains vides.

Tableau III

Pourcentage de grains de pollen vides. Viabilité

Origines	Nombre total de grains	Nombre de grains vides	% de grains vides	% de viabilité
M04-05-396	2.126	31	2,4	97,6
G-93-122	2.923	46	1,5	98,5
G-93-261	2.303	73	3,1	96,9
G-93-4	2.788	57	2,0	98,0
G-93-299	3.480	190	5,4	94,6
G-93-79	2.548	66	2,5	97,5
G-93-7	2.538	53	2,0	98,0
G-93-250	2.219	58	2,6	97,4
G-93-290	2.181	53	2,4	97,6
G-93-57	2.459	70	2,8	97,2
G-93-171	2.248	83	3,7	96,3
G-93-187	2.359	45	1,9	98,1
M04-05-98	1.958	71	3,6	96,4
M04-05-236	1.802	40	2,2	97,8
M04-05-161	1.824	45	2,5	97,5
M04-05-284	1.796	40	2,2	97,8
G-93-95	1.689	66	3,9	96,1
G-93-100	1.610	56	3,4	96,6
G-93-18	1.748	53	3,0	97,0
G-93-1	1.717	115	6,7	93,3
G-93-153	1.524	36	2,3	97,7
G-93-36	1.251	25	1,9	98,1
G-93-202	1.372	57	4,1	95,9
G-93-232	1.475	74	5,0	95,0
	49.938	1.523	3,0	97,0

GERMINATION ET CONSERVATION DU POLLEN

Les essais de germination ont été faits avec du pollen frais, récolté suivant les techniques déjà exposées.

Ces germinations ont été faites en goutte pendante, sur solution aqueuse de glucose et de saccharose, de concentration variable.

Afin de faciliter le comptage des grains germés, ces derniers ont été colorés avec le mélange : fuschine, lacto-phénol de Maneval.

Nous avons considéré comme germés tous les grains ayant formé un tube de longueur au moins égale au diamètre du grain considéré.

La durée de germination a été de trois heures ; au bout de ce temps, toute germination a été stoppée par exposition des lames aux vapeurs d'aldéhyde formique.

Pour chaque concentration étudiée, plusieurs lames ont été examinées et environ mille à mille cinq cents grains ont été comptés. Les résultats de toutes ces observations ont été portés dans le tableau IV.

On constate que le pollen de l'*excelsa* germe facilement dans les milieux sucrés, de concentrations les plus diverses.

Il germe jusqu'à 60 % dans l'eau pure.

Le pourcentage de germination le plus élevé a été obtenu sur saccharose à 10 %.

Il nous est apparu, à la suite de mesures faites rapidement sur les tubes polliniques, qu'il existait, entre la longueur du tube et le pourcentage de grains germés, une corrélation très étroite.

Le pollen de l'*excelsa* perd tout pouvoir germinatif dans les deux jours qui suivent l'anthèse, s'il est conservé au laboratoire sans précaution spéciale.

Par contre, en atmosphère réfrigérée (0°) et en présence d'un desséchant tel le chlorure de cal-

cium, ou même du silicagel, nous avons maintenu ce pouvoir de germination au-dessus de 50 % pendant trois mois de conservation.

Il est certain, qu'en présence de chlorure de magnésium en solution saturée et en atmosphère réfrigérée, on pourrait augmenter encore la durée de conservation du pouvoir germinatif.

Tableau IV

Germination de pollen

Concentrations	Saccharose			Glucose		
	Nombre total de grains	Nombre de grains germés	% de grains germés	Nombre total de grains	Nombre de grains germés	% de grains germés
0 (eau pure)	739	446	60,3	—	—	—
2,5	1.353	936	69,1	1.057	720	68,1
5,0	1.568	1.319	84,1	1.402	1.196	85,3
10,0	1.875	1.710	91,2	1.347	1.163	86,3
20,0	1.326	1.140	85,9	1.337	71	5,3
40,0	1.597	23	1,4	1.254	0	0

ÉVOLUTION DES PAROIS DE L'ANTHÈRE AU COURS DE LA MICROSPOROGÉNÈSE

Les cellules tapétales chez le *Coffea excelsa* restent constamment uninucléées, depuis le début de leur différenciation jusqu'à leur disparition totale deux à trois jours avant l'anthèse.

Au moment de la pause florale, chacune de ces cellules présente un contour net, plus ou moins géométrique, avec un cytoplasme dense. Le noyau montre un nucléole, qui se colore très bien, et des prochromosomes très distinctement colorés.

Pendant tout le déroulement de la méiose, les cellules du tapis ne montrent aucune modification de structure. Elles restent telles que nous les avons trouvées pendant la pause florale.

A aucun moment, durant la méiose, on ne saurait parler de manifestations visibles d'activité mitotique chez les cellules du tapis.

A partir du stade tétrade, on note un début de désorganisation du tapis.

Fig. 36. — Coupe transversale d'anthères, la veille de l'anthèse (G. = 180 ×).

Le cytoplasme, resté dense jusque-là, montre des plages plus claires et semble se détacher des parois des cellules, le nucléole, toujours bien visible, montre un début de régression qui se manifeste par une diminution de volume et un affaiblissement de coloration (fig. 34).

Cette désorganisation se poursuit très rapidement, et, deux jours après le stade tétrade, ce tapis n'est plus représenté que par des lambeaux cytoplasmiques fortement vacuolisés, de contour incertain, entourant un noyau déjà réduit (fig. 35). La veille de l'épanouissement toute trace de tapis a disparu.

L'aplatissement des couches mitoyennes, qui était déjà accusé au stade pause florale, s'accentue davantage pendant la méiose et le développement des microspores ; à la fin, après la disparition du tapis, elles ne forment plus qu'une zone noire, sans limite précise qui borde la face interne des loges polliniques.

Les épaississements fibreux de l'endothecium commencent à apparaître un ou deux jours après la dissociation des tétraspores et atteignent leur complet développement dès la veille de l'anthèse (fig. 36).

GAMÉTOGENÈSE

Nous avons utilisé pour l'étude de la gamétogénèse différentes techniques :

a) La première, et la plus simple, consiste à faire germer du pollen en goutte pendante, dans une solution de saccharose à 10 %, après fixation pendant quelques minutes dans l'alcool acétique, les tubes sont colorés au carmin acétique avec trace de perchlorure de fer.

b) La deuxième : plus complexe, utilise comme milieu de germination l'agar-agar saccharosé que l'on obtient comme suit :

On chauffe, au bain-marie, un mélange de 100 cm³ d'eau avec 1 g d'agar-agar et 10 g de saccharose. Quand l'agar-agar est bien fondu, et que l'on a obtenu un liquide homogène, on étale une petite quantité de cette substance sur une lame très propre, que l'on secoue énergiquement après, afin d'enlever l'excédent et obtenir une mince pellicule.

Il est indispensable que la lame soit très propre pour que l'agar-agar y adhère bien, ces lames doivent donc être préalablement passées dans l'alcool pour enlever toute trace de substance grasseuse.

Après refroidissement, quand l'agar-agar est solidifié, on le saupoudre rapidement de pollen frais. Les lames sont ensuite placées dans une chambre de Malassez humide.

Au bout de trois heures, le pollen a bien germé. Les lames peuvent être fixées, soit dans le Navashine pour une coloration au violet de gentiane, soit par trempage dans un mélange de :

formol	5 cm³
acide acétique	5 cm³
alcool à 50 %	90 cm³

après lavage rapide, on colore à l'hématoxyline pendant une dizaine de minutes et on différencie dans une solution d'alun à 2 %.

Les résultats obtenus ont été identiques dans les deux cas. Malgré une germination très réussie dans les deux cas, il ne nous a pas été possible d'observer la mitose du noyau reproducteur avec formation de gamètes.

Dans tous les tubes observés, nous avons trouvé le noyau reproducteur allongé, avec des prochromosomes distincts, entourés d'une zone cytoplasmique hyaline (planche II, fig. 27).

La gamétogénèse, chez l'*excelsa* doit se faire relativement tard. Elle se produit probablement quand le tube pollinique a déjà pénétré assez profondément dans le tissu du style.

RÉSUMÉ. — *Le* Coffea Dewevrei *var.* excelsa A. Chev. *a été découvert en* 1903 *par le célèbre botaniste explorateur,* Auguste Chevalier.

Peu après sa découverte, ce caféier fut introduit dans la plupart des pays producteurs de café, et il connut au début de sa mise en culture un succès très vif.

Mais à la suite d'attaques spectaculaires de fusariose, qui ont ravagé la totalité des plantations de cette espèce, l'excelsa *fut peu à peu remplacé par les* canephora.

La découverte par A. M. Saccas *de lignées résistant à la fusariose et hautement commercialisables impose de nouveau la reprise de cette culture en Oubangui-Chari.*

Les connaissances actuelles sur ce caféier étant des plus incomplètes, l'auteur a décidé d'entreprendre une étude approfondie de toutes les caractéristiques de ce végétal.

Dans cette première partie, il présente les données acquises sur la microsporogénèse et le gamétophyte mâle de ce caféier.

Le déroulement de la méiose est absolument normal, et on trouve toujours onze chromosomes ponctiformes aussi bien en métaphase I, qu'en anaphase II.

Le grain de pollen, binucléé peu après sa formation, devient pratiquement uninucléé à l'anthèse, par suite de la régression dans l'intervalle du noyau végétatif.

Le grain de pollen est généralement tricolpé ; la présence d'un pourcentage élevé de grains tétracolpés, chez certaines origines, semble être un caractère variétal.

Le diamètre des grains de pollen varie de façon significative, d'une origine à une autre ; aussi ce caractère pourra être utilisé à des fins systématiques, et servir par exemple à caractériser un clone.

*Le pourcentage de viabilité du pollen de l'*excelsa *est très élevé. Ce pollen germe facilement en milieu sucré (saccharose ou glucose) de concentrations les plus variables. La meilleure germination a été obtenue à l'aide d'une solution de saccharose à* 10 %.

Les cellules tapétales restent invariablement uninucléées pendant tout le déroulement de la méiose.

Malgré l'emploi de techniques variées, il n'a pas été possible de voir, in vitro, *la division du noyau reproducteur avec formation de gamètes.*

SUMMARY. — Coffea Dewevrei *var.* excelsa. A. Chev. *was discovered in* 1903 *by the celebrated botanist and explorer Auguste Chevalier.*

Soon after its discovery this species was introduced into most of coffee growing countries, and, met with great success at the outset of its cultivation.

But severe fusariose attacks having wiped out all plantations of this species, excelsa *was gradually substituted by* canephora.

Discovery by A. M. Saccas of strains resistant to fusariose and giving a perfectly marketable product commands the rehabilitation of this crop in Ubanghi-Chari.

Available data concerning this species being rather poor, the Author has decided to undertake a comprehensive study of all characteristics particular to this plant.

In the first part, data referring to microsporogenesis and male gametophyte of this tree are being presented.

Meiosis process is absolutely normal and one may note both in metaphase I and in anaphase II, the continuous presence of eleven chromosomes.

Binucleate soon after its formation, the pollen grain becomes practically uninucleate during anthesis because of regression into nucellus interval space.

The pollen grain is generally tricolpate, and, the presence of tetracolpate grains in large numbers seems to be a varietal character.

Diameter of pollen grains varies significatively according to origin. Consequently this character should be considered for systematics and come in useful, amongst others, for the determination of a clone.

Viability percentage of excelsa *pollen is very high. Germination of this pollen occurs readily in saccharose or glucose at concentrations of various percentages. The best result having been obtained in a* 10 % *saccharose solution.*

Tapetal cells remain invariably uninucleate during the whole meiosis period.

Although the application of various methods, it has not been possible, to observe, in vitro, *the division of the reproductive nucleus together with gametes formation.*

RESUMEN. — Coffea Dewevrei *var.* excelsa A. Chevalier *ha sido descubierto en* 1903 *por el célebre botánico y explorador, Auguste Chevalier.*

Poco tiempo después de su descubrimiento fué introducido en la mayor parte de los paises productores de café y desde luego tuvo mucho éxito.

Sin embargo, después de ataques muy graves de Gibberella (Fusarium) xylarioides (Steyaert) Heim y Saccas que han destruido completamente los cafetales de excelsa, *a esta especie fué substituyéndose la especie* canephora.

Con el descubimiento por A. M. Saccas de nuevos linajes que resistenaesa enfermedad y cuyo cultivo comercial es muy eficiente, se extendió otra vez en Ubangui-Chari el cultivo de excelsa.

Siendo incompletos los conocimientos actuales relativos a este cafeto, el auteur decidió estudiar detenidamente todas las caracteristicas de esa planta.

En la primera parte presenta los datos relativos a la microsporogénesis y al gametofito macho de este cafeto.

El proceso de la meiosis es absolutamente normal, y se hallan siempre once cromosomas puntiformes en metafase I como en anafase II.

Binucleado poco después de formado, el grano de polen, se vuelve prácticamente uninucleado con la antesis, debido a la regresión en el intervalo del núcleo vegetativo.

El grano de polen es generalmente tricolpado ; la presencia de un alto porcentaje de granos tetracolpados parece un carácter varietal.

El diámetro de los granos de polen varía significativamente según el origen ; por eso ese carácter podrá utilizarse en sistemática y determinará por ejemplo los clones.

Muy alto es el porcentaje de viabilidad del polen de excelsa. *Ese polen germina fácilmente en medio azucarado (sacarosa o glucosa) de concentraciones muy diversas. Con una concentración de sacarosa del* 10 % *se obtuvo la mejor germinación.*

Las células tapetales permanecen uninucleadas durante todo el proceso de la meiosis.

Aunque han sido aplicadas varias técnicas, no se ha podido ver, in vitro, *la división del núcleo reproductor con formación de gametos.*

Bibliographie

Banerji (L.). 1954. Morphological and cytological studies on *Citrus grandis* Osbeck. *Phytomorphology*, 4, 3-4 p. 390-6.

Chadefaud (M.). 1954. Le pollen du palmier à huile, *Elaeis guineensis* L. *Bull. Soc. Bot.*, 4, 7-9, p. 366-8.

— — 1952. Le pollen des Impatiences et la théorie de Wodehouse. *Bull. Soc. Bot. de France*, 99, 4-6, p. 182-3.

Chapelet (G.). 1955. Statistique appliquée à la Biologie (Démonstration expérimentale des lois statistiques). Première édition, 54 tableaux.

Chevalier (A.). 1929. Comment s'est comporté *Coffea excelsa* au Brésil. *R. B. A.*, IX, 23-26.

— — 1947. Les caféiers du globe. Systématique des caféiers et faux caféiers. Maladies et insectes nuisibles. Paris, 1 vol., 356 p.

— — 1946. Ecologie et distribution géographique des caféiers sauvages et cultivées. *R. B. A.*, p. 81-94.

— — 1951. Les Caféiers de l'Oubangui-Chari et du Congo français et l'amélioration de leur culture *R. B. A.* 345.46, p. 353-67.

— — 1940. Les problèmes de la caféiculture dans les colonies françaises. *R. B. A.*, 20, p. 229-51.

— — 1929. Les caféiers du globe. Paris, 1 vol., 196 p., Généralités sur les caféiers.

Conger (A. D.). 1953. Culture of pollen tubes for chromosomal analysis at the pollen tube division. *Stain. Techn.* nov. 28, 289-93.

Coste (R). 1956. Les caféiers de l'Union Française vus par les Importateurs des deux grands marchés métropolitains, Le Havre et Marseille. *Marchés Coloniaux du Monde*, n° 576, p. 3124-36.

— — 1955. Les caféiers et les cafés dans le monde, tome I, Paris, 1955.

Cramer (P. J. S.). 1933. *Coffea excelsa*. Note sur la culture du caféier en Indochine. Notice n° 2. Extrait des Actes et Comptes rendus de l'Association Colonies-Sciences, n° 92.

Darlington (C. D.), Wylie (A. P.). 1955. Chromosome Atlas of Flowering Plants.

Dillemann (G.), M^lle Marie Lucie de Poucques. 1954. Le pollen de *Sorbus latifolia* Pers. et son origine hybride. *Bull. Soc. Bot. de France.*, 101, 5-6, p. 239-40.

— — 1950. L'examen du pollen et la reconnaissance des hybrides naturels. *Bull. Soc. bot. France*, 97, 4-6, p. 98.

Donald Alexander Johnson. 1940. Plant Microtechnique.

Dufrenoy (M. L.). 1951. Trois siècles d'histoire du café. *Rev. Bot. Appl.*, n° 343-344, p. 312-8.

Erdtman (G. Ph. D.). 1954. An introduction to Pollen Analysis, vol. XII.

Fulvio (A. di). 1947. Le café dans le Monde. Monographie, Inst. Intern. d'Agric. de Rome, 1 vol., 607 p.

Gagnieu (A.). L'observation des Chromosomes.

Green (P. S.). 1953-54. Pollen grain size in Nasturtium and Cakile. (La taille du grain de pollen chez N. et C.). *Trans. Proc. bot. Soc. Edinburg* (paru en 1955), 36, n° 4, 289-304, fig., tabl., bibl.

Guérin (P.). 1926. Le développement de l'anthère chez les Gentianacées. *Bull. Soc. Bot. de France*, 73, p. 5-18.

Ikuse (M.). 1954. Some minor problems of pollen grains. *J. Jap. Bot.*, 29 : 197-199, July, 450, J 8223.

Jacques-Félix. 1954. Contribution à l'étude des caféiers en Côte d'Ivoire. *Bull. Scient. de la F. O. M.*, n° 5.

Krug (C. A.). 1946. Un clone tétraploïde du *Coffea excelsa* à haut rendement. *R. B. A.*, p. 578.

— — Carvalho (A.). 1951. The genetics of *Coffea*. Advances in *Genetics*, vol..IV, p. 127-58.

Lebrun (J.). 1937. Recherches Morphologiques et Systématiques sur les Caféiers du Congo.

Ledreux (A.). 1934. La culture du café à Madagascar.

Lester (W. Sharp). 1943. Fundamentals of Cytology.

Lhuillier (J.). 1934. Le café dans la colonie française de l'Oubangui-Chari.

Longeron (M.). 1949. Précis de Microscopie. Masson et Cie, Editeurs.

Maheshwari (P.). 1950. An introduction to the Embryology of Angiosperme. Mc Craw-Hill Book Company, Inc.
— — 1949. The male gametophyte of angiosperms. *Botanical review*, vol. XV, n° 1.
Maistre (J.). 1955. Méthodes rationnelles d'amélioration des caféiers dits de basse altitude. *Agron. Trop.*, n° 2, p. 141-73.
Medina (Dixier M.). 1950. Observaçoes citologicas em *Coffea*. XIV. Microsporogenese em *Coffea arabica* L. var. *rugosa* K. M. C. *Brag.*, vol. X, p. 61-6, n° 2.
— — 1949. Observaçoes citologicas em *Coffea*. Observaçoes preliminares em *Coffea arabica* L. var. *rugosa* K. M. C. *Bragantia*, p. 47-51, n° 1-4, vol. IX.
— — 1952. Observaçoes citologicas em *Coffea*. XIX Microscoporogenese em *Coffea Dewevrei*. *Bragantia*, 12, 4-6, p. 153-62.
Mendes (C. H. T.). 1950. Observaçoes citologicas em *Coffea* XVI. Microsporogenese em *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. *Bragantia*, 10, 4, p. 97-104.
— — 1949. Introduçao ao estudo da auto-esterilidade no genero *Coffea*. *Bragantia*, n° 1-4, p. 35-41.
— — (A. J. T.) 1950. Observaçoes citologicas em *Coffea*, XV. Microscoporogense em *Coffea arabica* L. *Brag.*, X, p. 79-87.
Pasquier (R. du). 1926. Greffage de l'*excelsa*. *Bull. Ec. Indochine*, p. 298.
— — 1928. Premières observations sur les floraisons et fructifications des caféiers de la Station expérimentale de Phû-Hô. *Bull. écon. de l'Indochine*, 31, p. 369-85, 15 graph. h. t.
— — 1926. La culture du caféier *excelsa* à Java et en Indochine. *R. B. A.* VI, 136-44.
Pereau-Leroy (P.). 1951. Etude du pollen des Agrumes. Annales n° 2, IFAC.
Poilane (M.). Le caféier *excelsa* en Indochine.
Poole (C. F.). 1932. Pollen grain studies as an indication of fertility in hybride. *Genetics*, 17, 2, p. 125-36.
Portères (R.). 1937. Etude sur les Caféiers spontanés de la Section des *Eucoffea*. Leur répartition, leur habitat, leur mise en culture et leur sélection en Côte d'Ivoire. *Ann. Agric. de l'Afrique Occ.*, I, p. 68-91, 210-63, 406-39.
— — 1934. Variation chez les caféiers Libero-Excelsoides. *Bull. Comité d'Et. scient. A. O. F.*, XVII, p. 666-76.
Pouèques (M. L. de). 1949. Recherches sur les Rubiales. *Rev. Gén. Bot. France*, 56, 659. p. 5-27.
— — 1938. Sur la productivité des caféiers, *R. B. A.* XVIII, 280-3.
Poupart (Y.). 1945. Sélection des *Coffea abeocutea* Cram. et *C. canephora* Pier. en Côte d'Ivoire. *Agriculture*, n° 55, p. 27.
Rémy (P.). 1953. Contribution à l'étude du pollen des arbres à noyau, genre *Prunus*. *An. Amelior. des Plantes*, n° 3, p. 350-88.
Rome (A.). 1935. Aperçus sur la culture du caféier en Indochine française. *R. B. A.*, p. 525-34 et 608-15.
Saccas (A. M.). 1956. Recherches expérimentales sur la Trachéomycose des caféiers en Oubangui-Chari. *Agron. Trop.*, Nogent/sur/Marne, n° 1, p. 7-38.
Sibert (E.). 1932. Les Caféiers de la Côte d'Ivoire.
Tisserant (R. P. Ch.). 1929. Les Caféiers sauvages de l'Oubangui français. *R. B. A.*, IX, 89, p. 27-30.
Urquhart (D. H.), Sarlin (P.). 1953. La culture du caféier en Nouvelle-Calédonie. *R. B. A.*, n° 367-368, p. 202-8.
Venkatabramanian (M. K.). 1953. Pollen and pollen tube studies in rice. *Madras Agro*, J. 40, 396-414, sept.
Wildeman (E. de). 1941. Etudes sur le genre *Coffea* L. Bruxelles.

LES CHROMOSOMES SOMATIQUES CHEZ QUELQUES ESPÈCES *DE PENNISETUM*

par

Yvonne VEYRET

Les premiers travaux de cytologie se rapportant au genre *Pennisetum* sont d'abord des comptages de nombres chromosomiques et des études morphologiques de chromosomes. Ils ont mis en évidence la présence de deux nombres chromosomiques de base : $x = 7$ et 9. $x = 7$ dans la section Penicillaria, $x = 9$ pour les espèces des autres sections établies par O. Stapf. N. P. Avdulov, dans son important travail sur la caryologie des Graminées, pense en effet qu'il est survenu une modification du caryotype dans le sens de la réduction du nombre des chromosomes de 9 à 7, cette réduction étant accompagnée d'un accroissement de la longueur des chromosomes.

Ces travaux indiquent de plus que la diploïdie est très fréquente chez les pénicillaires. Seul *P. purpureum* est tétraploïde. Un cas de triploïdie a été signalé par N. Krishnaswamy chez *P. typhoïdes* de même qu'un cas d'hypersomie, mais ces cas sont rares et aberrants. Par contre, quand $x = 9$, la polyploïdie est très fréquente et souvent très forte et il peut y avoir jusqu'à sept fois le nombre de base ; dans ce cas, nous nous trouvons souvent en présence de formes aneuploïdes et de complexes agames. Ceux-ci ont fait l'objet de travaux récents notamment de ceux de W. D. Fisher et de H. E. Warmke.

Les résultats des différents comptages sont donnés dans le tableau ci-après :

Nombres chromosomiques chez les *Pennisetum*

	Espèce	2 n	Auteur
$x = 7$	*P. ancylochaete*	14	Thevenin 52
	P. gambiense	14	Thevenin 52
	P. glaucum	14	Burton 42
	P. maïwa	14	Thevenin 52
	P. nigritarum	14	Thevenin 52
	P. purpureum	28	Burton 42
		27	Nunez 46
		28, 56	Krishnaswamy 48
	P. pycnostachyum	14	Thevenin 52
	P. spicatum	14	Avdulov 31
	P. typhoïdes	14	Rau 29
		14	Rangaswamy 35
		14	Krishnaswamy 41
		21	id id
		14+1	id 49

	Espèce	2 n	Auteur
	P. alopecuroides	18	Ono et T. 53
	P. alopecuros	18	Krishnaswamy et Raman 49
	P. frutescens	63	Nunez 46
	P. ciliare	36	Hernandes 53
		54	id.
		32	Fisher 54
		36	id.
		40	id.
		54	id.
	P. clandestinum	36	La Cour 31
	P. hohenackeri	18	Jannaki-Ammal 45
		18	Hrishi 52
$x = 9$	*P. latifolium*	36	Nunez 46
	P. macrourum	45	Avdulov 31
		54	Khrishnaswamy 40
	P. nervosum	36	Nunez 46
	P. orientale var. *triflorum*	45	Krishnaswamy 40
	P. orientale	36	Hrishi 52
		35	Arun Kumar Sharma 56
		54	Avdulov
	P. polystachyon	27	Krishnaswamy 40
	P. Ruppellii	27	Hrishi
	P. setaceum	27	Avdulov 31
	P. setosum	54	Avdulov 31
	P. villosum	54	Avdulov 31, Krisnaswamy 40, Nunez 46.

Les espèces de *Pennisetum* qui font l'objet de cette note sont les suivantes :

P. americanum K. Schum. (Section Penicillaria) provenant du Service de la Recherche Agronomique de Rabat (Maroc).

P. nigritarum Dur. et Schum. (Section Penicillaria) provenant du C.R.A. de Bambey (Sénégal).

P. Maïwa Stapf et Hubbard (Section Penicillaria) provenant du C.R.A. de Bambey (Sénégal).

P. pycnostachyum Stapf et Hubbard (Section Penicillaria) provenant du C.R.A. de Bambey (Sénégal).

P. violaceum L. Rich. (Section Penicillaria) provenant du Jardin Zoologique et forestier de Hann (Sénégal).

P. pedicellatum Trin. (Section Brevivalvula) provenant du Jardin Zoologique et forestier de Hann (Sénégal).

P. subangustum Stapf. et Hubbard (Section Brevivalvula) provenant du Jardin Zoologique et forestier de Hann (Sénégal).

P. massaicum Stapf (Section Gymnothrix) (P.I. nº 214061) provenant de Plant Industry Station : Beltsville (Etats-Unis).

P. dichotomum Del. var. *subplumosum* Hack. (P. I. nº 221080) (Section Gymnothrix) provenant de Plant Industry Station : Beltsville (Etats-Unis).

Les examens caryologiques ont été faits sur coupes provenant de pointes de racines fixées au Navachin et colorées au violet de gentiane.

Chez les espèces de la Section Penicillaria que nous avons examinées, c'est-à-dire *P. americanum* K. Schum., *P. nigritarum* Dur. et Sch., *P. Maïwa* Stapf et Hub., *P. pycnostachyum* Stapf et Hub. et *P. violaceum* L. Rich. nous avons trouvé 2 n = 14. L'examen morphologique de ces espèces révèle la grande similitude de leurs compléments chromosomiques (fig. 1 à 5). Une paire est très grande et caractérisée par une constriction médiane et une constriction subterminale sur chacun des bras. Une autre paire est nettement plus petite que les autres et ne présente qu'une seule constriction médiane. Quant aux autres, leur taille est moyenne, leur constriction primaire médiane ou submédiane et, dans ce dernier cas, le plus grand bras porte une constriction subterminale plus ou moins nette.

Chez les espèces autres que celles du groupe des pénicillaires, $x = 9$. Chez le *P. pedicellatum* Trin. nous avons déterminé que 2 n = 36. Cette espèce est tétraploïde. Les chromosomes somatiques sont

Métaphases somatiques. 1) *P. americanum* K. Schum. 2 n = 14 ; 2) *P. nigritarum* Dur. et Sch., 2 n = 14 ; 3) *P. Maïwa* Stapf et Hubbard, 2 n = 14 ; 4) *P. pycnostachyum* Stapf et Hubbard, 2 n = 14 ; 5) *P. violaceum* L. Rich., 2 n = 14 ; 6) *P. pedicellatum* Trin., 2 n = 36 ; 7) *P. subangustum* Stapf et Hubbard, 2 n = 36 ; 8) *P. massaicum* Stapf, 2 n = 34 ; 9) *P. dichotomum* Del. var. *subplumosum* Hack., 2 n = 36,G = 3,500.

beaucoup plus courts que ceux des pénicillaires. Ils n'offrent guère de différences entre eux. Quelques-uns sont cependant un peu plus longs et, dans ce cas, ils peuvent présenter une constriction primaire submédiane, alors qu'elle est le plus généralement médiane. De même, chez le *P. subangustum* Stapf et Hub., 2 n = 36. Les chromosomes sont du même ordre de grandeur que ceux de l'espèce précédente, mais quelques-uns sont cependant nettement plus petits. Leur constriction primaire est généralement médiane, submédiane pour quelques-uns des plus longs. Nous avons pu en dénombrer deux, dans la plaque métaphasique de la figure 7, possédant un satellite, mais leur mise en évidence est assez difficile à réaliser.

Chez le *P. massaicum* Stapf, 2 n = 34. Nous nous trouvons donc en présence d'une espèce aneuploïde. Les chromosomes sont petits ; ils présentent une constriction médiane ou submédiane. Un seul chromosome sur la plaque métaphasique que nous avons représentée (fig. 7) porte un satellite. Leur présence est de même assez difficile à mettre en évidence à cause de la petite taille des chromosomes et de leur rapprochement.

Le *P. dichotomum* est également une espèce tétraploïde avec ses 36 chromosomes somatiques. Ces chromosomes sont de taille relativement grande, sans toutefois atteindre celle des Pénicillaires (fig. 9). Chez les plus grands, la constriction primaire sépare deux bras d'inégale longueur et le plus grand bras porte une constriction subterminale. On peut distinguer quatre paires offrant cette texture. Trois autres paires sont relativement petites. Les autres sont de longueur moyenne, leur constriction primaire est médiane ou submédiane.

Bibliographie

1) Avdulov (N. P.). — Karyosystematische Untersuchung der Familie Gramineen. Leningrad, 1931.
2) Burton (G. W.). — A cytological study of some species in the tribe Paniceae. *Amer. J. Bot.*, 1942, *29*, 355-9.
3) Darlington (C. D.), Wylie (A. P.). — Chromosome atlas of flowering plants. London, 1955.
4) Delay (C.). — Nombres chromosomiques chez les Phanérogames. *Rev. Cytol. et Biol. végét.*, 1951, 12, 1-357.
5) Fisher (W. D.), Bashaw (E. C.), Holt (E. C.). — Evidence for apomixis in *Pennissetum ciliare* and *Cenchrus setigerus*. *Agron. J.*, 1954, 46, 9, 401-4.
6) Hrishi (N. J.). — Studies on the cytogenetics of six species of *Pennisetum* and their comparative morphology and anatomy. *Genetica*, 1952, 26, 2-4, 280-356.
7) Krishnaswamy (N.). — Untersuchungen zur Cytologie und Systematik der Gramineen. *Beih. Bot. Centralbl.*, 1940, 60, 1-56.
8) Krishnaswamy (N.), Rangaswami Ayyangar (G. N.). — An autotriploïd in the pearl Millet (*Pennisetum typloides* S. et H.). *Proc. Indian Acad. Sc. B.*, 1941, 13, 9-23.
9) Narayanswami (S.). — Cytogenetic studies on apomixis in *Pennisetum*, *P. clandestinum* Hochst. *Proc. Ind. Acad. Sci. Sect. B.*, 1955, 41, 5, 196-208.
10) Parodi (L. R.). — Gramineas Bonariensis, Buenos-Aires, 1946.
11) Ramirez de Hernandes (A.). — Observations on the chromosome number of *Pennisetum ciliare*. *J. of Agric. of the Univ. of Puerto-Rico*, 1953, 37, 2, 161-70.
12) Rangaswami (K.). — On the cytology of *P. typhoïdeum* Rich. *J. Ind. Bot. Soc.*, 1935, 14, 125.
13) Rau (N. S.). — On the chromosome numbers of some cultivated plants of South India. *J. Ind. Bot. Soc.*, 1929, 8, 126.
14) Thevenin (L.). — Etudes chromosomiques II. Mils (*Pennisetum* et *Sorghum*). *Annales du C. R. A. de Bambey* (Sénégal), 1952, 8, 102-5.
15) Warmke (H. E.). — The mecanism of apomixis in *Pennisetum ciliare*. *Bot. Gaz.*, 1956, 116, 3, 209-21.

RÉSUMÉ. — *Etude chromosomique* (*comptage et morphologie*) *de neuf espèces de* Pennisetum : P. americanum K. Schum., P. nigritarum Dur. et Sch., P. Maïwa Stapf et Hub., P. pycnostachyum Stapf et Hub., P. violaceum L. Rich., P. pedicellatum Trin., P. subangustum Stapf et Hub., P. massaicum Stapf, P. dichotomum Del.

SUMMARY. — *Chromosomic study* (*counting and morphology*) *of nine species of* Pennisetum : P. americanum K. Schum, P. nigritarum Dur. et Sch., P. Maïna Stapf et Hub., P. pycnostachyum Stapf et Hub., P. violaceum L. Rich, P. pedicellatum Trin., P. subangustum Stapf. et Hub., P. massaicum Stapf, P. dichotomum Del.

RESUMEN. — *Estudio cromosómico* (*cuenta y morfologia*) *de nueve especies de* Pennisetum : P. americanum K. Schum., P. nigritarum Dur. et Sch., P. Maïwa Stapf et Hub., P. pycnostachym Stapf et Hub., P. violaceum L. Rich., P. pedicellatum Trin., P. subangustum Stapf et Hub., P. massaicum Stapf., P. dichotomum Del.

sur toutes les Cultures Tropicales

ENGRAIS AZOTÉS

Syndicat Professionnel de l'Industrie des Engrais Azotés
58 Av. Kléber, PARIS (16e)

SUR UNE RELATION ENTRE LE CLIMAT, LE TYPE DE VÉGÉTATION ET L'ÉVOLUTION D'UN SOL EN ZONE INTERTROPICALE

par

H. JACQUES-FÉLIX et CHEZEAU

Si le principe premier de la zonalité en pédologie repose sur la fonction pédogénétique du climat, il faut préciser que cette fonction ne s'exerce normalement qu'au travers d'une certaine couverture végétale ne dépendant elle-même qu'en partie de ce même climat. En effet, par suite des activités humaines, agricoles surtout, les *climax* constituent l'exception à la surface du globe ; les forêts elles-mêmes peuvent être qualitativement très diverses pour un même climat sous les effets de la sylviculture. Il importe donc de connaître quelles sont les déviations que chaque type de végétation introduit dans les processus pédogénétiques zonaux pour décider des meilleures conditions de conservation du sol. Ces notions acquièrent plus d'importance encore dans les pays intertropicaux, où l'agriculture pionnière en est encore à coloniser le domaine boisé, quand elle ne s'en remet pas à de longues jachères ligneuses pour reconstituer des sols, que la dénudation et les cultures ont provisoirement épuisés. En effet l'action de la végétation sur le sol porte tout d'abord sur la fraction organique et la fertilité qui en découle avant d'induire de telle ou telle façon le processus pédogénétique fondamental.

S'il est un groupement végétal peu habituel aux régions intertropicales africaines et dont l'influence pédogénétique est cependant très particulière c'est bien celui de la forêt à résineux. Il se trouve qu'en Guinée française, au Jardin de Dalaba, une introduction de *Pinus Kashya* Royle, faite dès 1914 par A. Chevalier, sur une parcelle réduite mais de densité élevée, réalise depuis près d'un demi-siècle une expérience très valable dont les résultats ont, d'une part, une valeur d'information scientifique et, d'autre part, intéressent l'économie du pays puisque le FIDES prévoit la plantation de plusieurs centaines d'hectares à des fins de production ligneuse.

Dans la mesure où ces pinèdes seront établies sur des terres à vocation agricole, il est intéressant de pouvoir préjuger de ce que seront leurs conséquences pédogénétiques et de ce que sera l'état du sol au moment de le rendre à la culture.

Il s'agissait en particulier de savoir s'il se produisait une podzolisation, processus typique des sols sous résineux dans les pays humides tempérés et défavorables tant aux fins agricoles que sylvicoles.

Le processus podzolique est exceptionnel en zone intertropicale. L'un de nous (H. J.-F.) en a signalé un exemple en 1954 *, et une étude plus particulière a été faite ultérieurement par Leneuf et Ochs **. En fait, podzolization et latéritisation relèvent d'un même processus fondamental dont une humidité élevée est le facteur essentiel. C'est la terminologie en usage qui masque les affinités entre ces deux processus, l'un étant désigné par l'horizon éluvial du profil (podzol) et l'autre par l'horizon illuvial (latérite). Encore faut-il reconnaître que dans les sols latéritiques l'horizon éluvial est souvent malmené par l'érosion, généralement tronqué et peu individualisé. Il faut une roche-mère bien filtrante, comme c'est le cas pour les sables néogènes sous forêt de Côte d'Ivoire et qui ont été l'objet précisément des études citées plus haut, pour que l'horizon éluvial soit bien développé et conservé.

Pour cette étude de la relation écologique de la pinède et du substrat nous avons procédé par la méthode du couple comparatif, c'est-à-dire que nous avons prélevé, aussi près et toutes autres conditions aussi semblables que possible, un profil de référence portant une végétation de feuillus.

* Jacques-Félix. — Contributions à l'Etude du Caféier en Côte d'Ivoire, 1954, p. 57.

** Leneuf et Ochs. — Les sols podzoliques du cordon littoral en Basse Côte d'Ivoire. VI[e] Congrès de la Science du sol. Paris, 1956, V. 86.

ÉVOLUTION COMPARÉE DES SUBSTRATS

Description du site et des profils. L'emplacement qu'avait choisi A. Chevalier pour y établir un grand jardin botanique se situe à 1.200 m d'altitude dans une vallée. Cette œuvre ayant été abandonnée pendant la guerre 1914-18, c'est-à-dire dès son début, toutes les plantations effectuées à mi-pente disparurent, sauf quelques arbres, *Citrus*, *Grevillea*, dont on pouvait encore voir quelques rescapés il y a une vingtaine d'années. Les plants, qui occupaient au contraire les sols frais et profonds à peu de distance du ruisseau, purent d'autant mieux résister aux destructions et à l'envahissement de la flore locale qu'ils étaient restés en pépinières donc à densité très élevée. Il n'est que justice d'ajouter que si l'abandon officiel fut total, la sagesse d'un Chef Foula, Tierno Oumarou, fit qu'une préservation essentielle fut assurée jusqu'en 1930, date à laquelle le Gouvernement reprit ce jardin en charge, après une visite d'A. Chevalier.

Phot. A. — Site des prélèvements : à gauche la pinède ; à droite le bosquet de feuillus.

L'histoire de ce jardin est donc assez remarquable et témoigne de ce qu'elle aurait pu être si l'on avait bien voulu considérer, dès cette époque, qu'une station d'acclimatation peut être une chose qui rapporte.

Ce sont néanmoins ces circonstances, d'abandon et de protection à la fois, qui firent qu'une végétation très touffue a pu croître sur cette partie du vallon, créant des conditions de couverture du sol bien exceptionnelles au Fouta avec le déboisement général et le pâturage vagabond.

La parcelle plantée en pins n'a donc subi d'autres retouches que des éclaircissages devant diminuer la densité ; aucune végétation phanérogamique d'importance notable ne pousse sur le tapis d'aiguilles à l'ombre de cette pinède. A une époque plus favorable, lors d'un passage antérieur (1954), l'un de nous avait pu remarquer d'abondantes fructifications d'un Gastéromycète : *Astraeus hygrometricus* Morg. * indiquant que ce champignon devait être un des premiers agents de destruction de la litière.

Phot. B. — La pinède avec son sous-bois dépourvu de végétation phanérogamique.

La parcelle, où a été fait le prélèvement de référence, est contiguë à la pinède. Sa composition floristique est très variée et uniquement à base de végétaux introduits. Le prélèvement même a été fait sous un jacquier (*Artocarpus integrifolia*) mêlé à d'autres essences non déterminées. Le sous-bois lui-même était encombré de jeunes plants divers.

Les deux prélèvements ainsi effectués à une cinquantaine de mètres l'un de l'autre, sous la pinède et le feuillu respectivement, portent sur des alluvions argilo-sableuses qui, selon l'analyse granulaire, sont suffisamment comparables entre elles.

A fin de comparaison les horizons ont été pris de même épaisseur, ce qui se justifiait en outre par des caractères morphologiques et chromatiques. Mais il est à préciser qu'ils n'ont pas la même signification dans les deux cas. L'horizon supérieur de 0 à 5 cm est essentiellement une litière (horizon **Ao**) dans la pinède, alors que sous feuillu il s'agit bien d'un horizon du sol proprement dit (horizon **A**).

* Identité probable, mais non certaine, avec l'espèce européenne de ce nom.

Profil P (pinède) de 0 à 70 cm.

1. Horizon **Ao** (de 0 à 5 cm). Les aiguilles de pin récemment tombées ayant été écartées, il reste un feutrage dense fait d'aiguilles et de fragments d'écorce que l'on pourrait soulever en larges plaques en raison de sa cohésion. Cependant ce feutrage s'intègre progressivement au sol puisque l'on a pu en extraire près de 75 % de « terre » fine au tamisage. La teinte en est brune.

2. Horizon **A** (de 5 à 35 cm). Structure feuilletée au contact de **Ao**, puis sans structure et compacte *. Pas de racines dans le prélèvement. Teinte brun-jaunâtre.

3. Horizon **B** ? (de 35 à 70 cm). Terre peu structurée, assez friable. Pas de racines. Teinte plus foncée que l'horizon précédent.

Profil F (feuillu) de 0 à 70 cm.

1. Horizon **A1** (de 0 à 5 cm). Pas de litière de feuilles mortes en surface. Cet horizon est brun roux, riche en radicelles.

2. Horizon **A2** (de 5 à 35 cm). Structure finement grumeleuse. Teinte brune moins rousse que l'horizon supérieur, pas de radicelles.

3. Horizon **B** ? (de 35 à 70 cm). Structure nettement grumeleuse. Teinte plus claire que l'horizon sus-jacent ; pas de radicelles.

Résultats analytiques.

Cette étude a essentiellement porté sur la fraction organique et ses différents composants, les acidités, la silice et les sesquioxydes. Les analyses ont été faites par les méthodes classiques ou récemment proposées :

Azote total (Méthode Kjeldahl).

Azote ammoniacal et nitrique (Méthode Drouineau et Gouny 1947).

Acides fulviques et humiques (Méthode Chaminade 1946, modifiée par le Laboratoire de pedologie de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts) **.

Fractionnement des acides humiques bruns et gris (Duchaufour 1954, méthode modifiée et complétée) **.

SiO_2 — Al_2O_3 Fe_2O_3. Méthode par le triacide de Bayens.

Discussion

Matière organique en général.

On voit au tableau et à la figure 1 que la matière organique totale, et chacun des composants considéré respectivement, sont plus copieusement représentés dans le sol sous feuillu que dans celui de la pinède et ceci sur tout le profil. Ce fait n'a rien d'imprévu et tient à ce que la matière végétale du pin n'est pas activement décomposée par la microflore et s'accumule pour former l'horizon **Ao**. Au contraire, dans l'horizon **A1** du feuillu aucun débris organique ne persiste longtemps et les 6,30 % de débris végétaux obtenus au tamisage sont des fragments de radicelles qui étaient vivantes et actives au moment du prélèvement.

Azote. Cette différence de comportement dans la décomposition de la matière organique se retrouve à des stades plus avancés, et la pénurie de matière organique de la pinède se retrouve pour chacun des composants dérivés.

C'est ainsi que sous feuillu, malgré une activité plus intense des processus de destruction, la réserve carbonée reste également plus importante et on peut supposer qu'elle contribue à l'enrichissement azoté par fixation biologique de N atmosphérique.

* Il y aurait eu probablement intérêt à prélever ici un horizon **A1** mais, chromatiquement, on ne le distinguait pas du reste de l'horizon **A**.

** Duchaufour. — Pédologie, 1956.

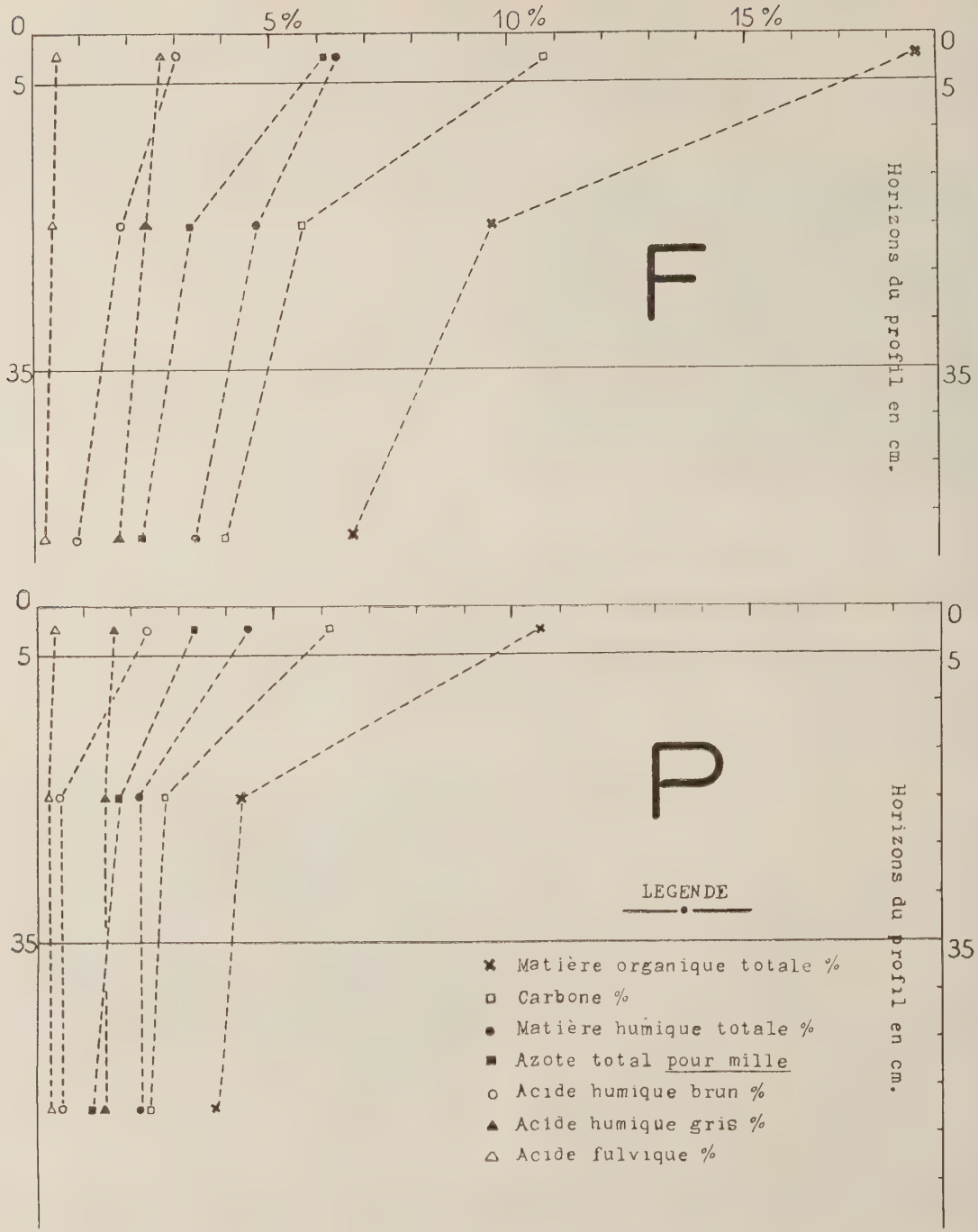


Fig. 1. — Valeurs par horizon de la matière organique et de ses composants dans les deux profils : F. Feuillu ; P. pinède

La conséquence en est que les rapports C/N sont peu à près identiques dans les deux profils et n'auraient guère de signification s'ils étaient considérés hors des valeurs absolues dont ils procèdent.

Les différentes formes d'azote appellent aussi des observations. A l'époque du prélèvement, alors que le sol était sensiblement sec, nous trouvons en azote minéral des teneurs à peu près identiques dans les deux profils, de sorte que les rapports « N total/N minéral » se trouvent particulièrement élevés dans le profil sous feuillu grâce aux réserves d'azote organique.

Humus. Ici encore c'est le sol sous feuillu qui présente, en absolu, les teneurs les plus élevées d'humus total. Le fractionnement de cet humus montre aussi que chacun des composants est plus copieux dans le sol sous feuillu. Les écarts les plus restreints portent sur les acides fulviques. C'est vraisemblablement à l'acide humique brun que sont dues les différences de coloration des horizons. Pour le profil de la pinède par exemple, l'horizon **B** est plus coloré et légèrement plus riche en cet

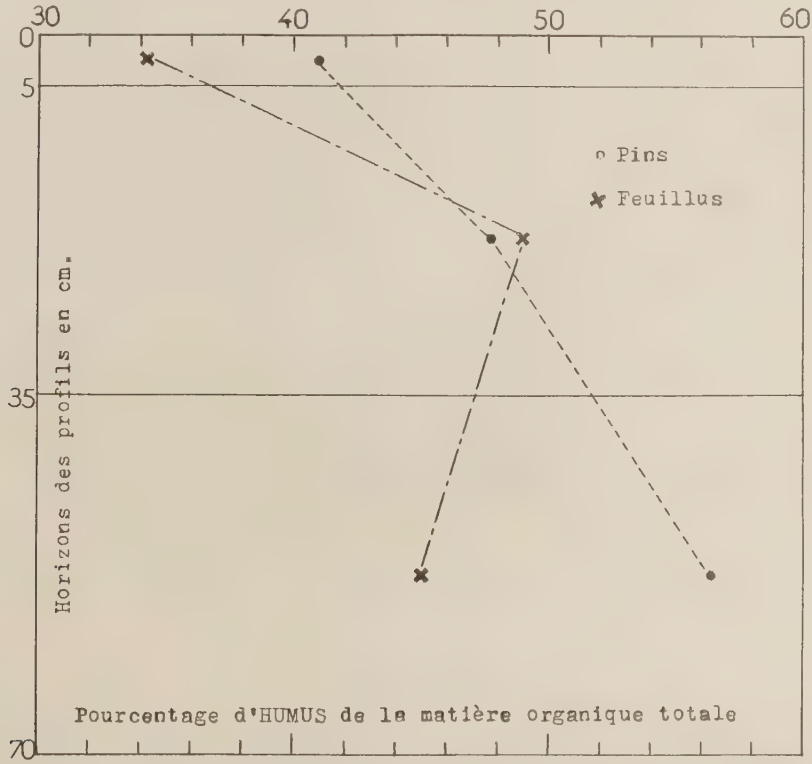


Fig. 2. — Variation du pourcentage d'humus dans la matière organique, avec la profondeur, dans les deux profils.

humus que l'horizon **A** susjacent. Dans tous les autres cas et pour les deux profils les teneurs absolues en humus décroissent avec la profondeur. Mais, si on calcule les proportions de cet humus relativement à la matière organique, on constate que les pourcentages augmentent avec la profondeur dans le profil de la pinède et qu'ils sont plus élevés dans l'horizon **A2** du profil sous feuillu (fig. 2). On en déduit, d'une part, que c'est surtout sous forme humique que la matière organique est entraînée dans les horizons profonds et que, d'autre part, c'est surtout sous cette forme que s'engagent les produits de décomposition de la matière organique dans la pinède tandis qu'ils se minéralisent avec production d'azote sous feuillu *.

* Ce sont ces faits, avec des conséquences plus accusées, que Duchaufour a soulignés dans une note parue en cours d'impression du présent travail : *C. R. Ac. Sc.* 1957, **245**, 1154-7.

pH. Les différences de réaction entre les deux profils ne sont pas sensibles. La pinède n'apparaît donc pas plus acidifiante que le feuillu. On note seulement que le pH se relève légèrement avec la profondeur.

Migrations minérales. Il paraît préférable de ne pas comparer entre eux les deux horizons superficiels. Les différences induites sur les horizons sous-jacents par les deux types de végétation ne sont pas considérables. L'argile offre ses teneurs les plus élevées dans l'horizon **A** pour les deux profils. La silice et l'alumine croissent, de façon modérée, avec la profondeur. Le fer a sa plus haute teneur dans l'horizon **A** de la pinède et dans l'horizon **B** du feuillu.

Les indices de latéritisation (SiO_2/R_2O_3) offrent peu d'écarts entre les deux profils et, dans les deux cas, ils indiquent une désilicatation certaine qui serait un peu plus accusée sous la pinède.

Individualisation des horizons : types de pédogénèse.

D'après les résultats analytiques concernant les minéraux, il est peu facile de reconnaître des horizons nets et donc de les nommer. Seules les légères concentrations d'alumine dans l'horizon inférieur peuvent décider de sa qualité d'horizon illuvial **B**. A en juger selon la répartition de l'argile, on peut supposer qu'il y a d'abord eu lessivage entraînant ce matériau vers **B**, puis ensuite désilicatation donnant en **B**, malgré les valeurs absolues les plus élevées de SiO_2, des indices de latéritisation inférieurs à 1,30. Le mouvement du fer paraît incertain et en supposant que les deux profils étaient identiques à l'origine la déferritisation des horizons supérieurs serait plus poussée sous feuillu. En aucun cas on note des concrétions ferrugineuses et les distinctions chromatiques semblent le fait de la seule matière organique.

Malgré la profondeur déjà respectable de cet examen on peut se demander si une fouille plus profonde n'aurait pas permis de trouver un horizon **B** mieux caractérisé.

Quant aux processus de pédogénèse induits par les types de végétation on peut en dire dès maintenant qu'ils sont surtout marqués par leur fraction organique mais que celle-ci n'a pas eu, ou pas encore, d'influence nette sur le processus minéral. Du point de vue de cette fraction organique nous pouvons cependant assimiler nos deux profils de la façon suivante :

1) celui sous feuillu à un **mull forestier** (humus doux) ;

2) celui sous résineux à un **moder** (humus brut) ;

tout en précisant qu'ils se rapprochent beaucoup par leur pH.

CLIMAT COMPARÉ

A. Humidité

Comme pour tous les pays intertropicaux la pluviométrie annuelle ne doit pas faire illusion. Il tombe à Dalaba, selon des moyennes de vingt ans, plus de 1.500 mm d'eau par an, mais presque toute cette masse tombe de mai à octobre tandis que, pendant le reste de l'année, les précipitations sont pratiquement nulles. C'est-à-dire qu'il y a à peu près six mois humides pour cinq mois réellement secs et quelques jours de transition, variables selon les années.

La sécheresse écologique dépendant aussi de la température, les deux données, thermométrie et pluviométrie, peuvent être confrontées dans le climatogramme ombrothermique établi selon les propositions de Gaussen. En fait le graphique de la figure 3 ne donne qu'une idée approchée du climat réel de Dalaba. La modération de température, que cette localité doit à son altitude, se répercute sans doute sur le déficit de saturation et la chlorovaporisation par abaissement du point de saturation. Mais cette modération importe peu pendant que les pluies sont diluviennes et elle n'importe guère davantage quand les pluies cessent brusquement sans se maintenir au seuil écologiquement utile. De plus, pendant cette même période sèche, l'harmattan qui souffle du nord-est est un vent desséchant et l'humidité relative de l'air est très faible. Si l'on reporte sur le même climogramme les moyennes mensuelles de cette donnée météorologique on voit qu'elle varie beaucoup au cours de l'année.

Dalaba, bien qu'étant un des points les plus frais du Fouta, est donc marqué par l'alternance de deux saisons bien tranchées : une saison humide avec de grands excès de pluie et une saison rigoureusement sèche.

Les conséquences de ce climat sont une érosion très active des sols dénudés ou une percolation importante pour les sols sous couvert comme ceux qui nous préoccupent et un arrêt très net de la végétation et de l'activité biologique du sol.

Pour les matériaux organiques sous feuillu l'humidité saisonnière suffit à l'activité fongique et bactérienne pour réaliser un processus harmonieux d'humification et d'ammonification. Pour les matériaux de la pinède il en va différemment et la mycoflore, à qui il revient presque exclusivement de procéder aux premières destructions, n'est réellement active que cinq à six mois par an.

La notion du climat général qui s'exerce uniformément sur nos deux groupements végétaux n'est pas suffisante. Pour expliquer plus exactement les différences de comportement des deux pédogénèses il serait nécessaire de connaître le climat du sol sous chacun des deux groupements et plus particulièrement le bilan de l'eau. On ne peut, en absence de relevés réguliers, que prêter au sol de la pinède une plus grande sécheresse qui justifierait, entre autres, le moindre entraînement du fer.

En tout cas c'est vraisemblablement à la longue sécheresse saisonnière que le sol de la pinède doit de n'être pas plus caractérisé et que le **moder** de surface ne développe pas le processus podzolique ou latéritique. En effet, si nous comparons maintenant le climat de Dalaba à celui d'Abidjan, où un profil podzolique a été reconnu sur sol poreux sous feuillu, nous constatons que la différence tient surtout à la permanence de l'humidité dans cette dernière région. D'une part la pluviométrie annuelle, dont la moyenne est légèrement supérieure à celle de Dalaba, est beaucoup mieux répartie sur toute l'année ; d'autre part, pendant les deux brèves saisons sèches d'août et de janvier-février, l'humidité de l'air reste élevée. Bien qu'en moyenne les chutes mensuelles ne soient jamais inférieures à 30 mm, il existe un mois relativement sec en août et deux en janvier-février. A l'inverse de ce que nous avons dit pour Dalaba le diagramme ombrothermique d'Abidjan ne fait probablement pas suffisamment état de l'humidité réelle. En effet, si les températures moyennes sont nettement plus élevées que celles de Dalaba et remontent le point de saturation, l'humidité de l'air, toujours très importante, contribue très largement à réduire le déficit de saturation. On voit en effet au climogramme de cette localité (fig. 3) que l'humidité relative est remarquablement constante toute l'année. De sorte que la petite sécheresse du mois d'août, qui marque effectivement certaines cultures arbustives, ne doit pas atteindre le climat du sol sous forêt. Ce n'est qu'en janvier-février que le ralentissement des activités fongiques et bactériennes doit être sensible. Et pendant dix mois de l'année la décomposition de la litière forestière et la percolation de ses produits peuvent amener la réduction et la migration du fer sur sol poreux et lessivé, avec podzolisation pour conséquence.

Les différences de régime entre le climat de Dalaba et celui d'Abidjan peuvent aussi être concrétisées par le quotient pluviométrique d'Emberger dont la formule * :

$$Q = \frac{P}{2\,\frac{(M + m)}{2} \times (M - m)} \times 100$$

utilise les écarts de température. C'est ainsi que l'on obtient :

Dalaba	Q = 208
Abidjan	Q = 350

Il n'est aucunement question de généraliser sur ces deux simples chiffres, mais il semble que l'on pourrait se servir avantageusement des quotients d'une telle formule pour définir la fonction pédogénétique des climats.

En conclusion, nous voyons d'une part qu'un même climat, celui de Dalaba, n'a pas les mêmes conséquences sur deux sols développés sous des couvertures végétales de propriétés différentes et

* M. Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud.
m. Moyenne des températures minima du mois le plus froid.
P. Pluviométrie annuelle en millimètres.

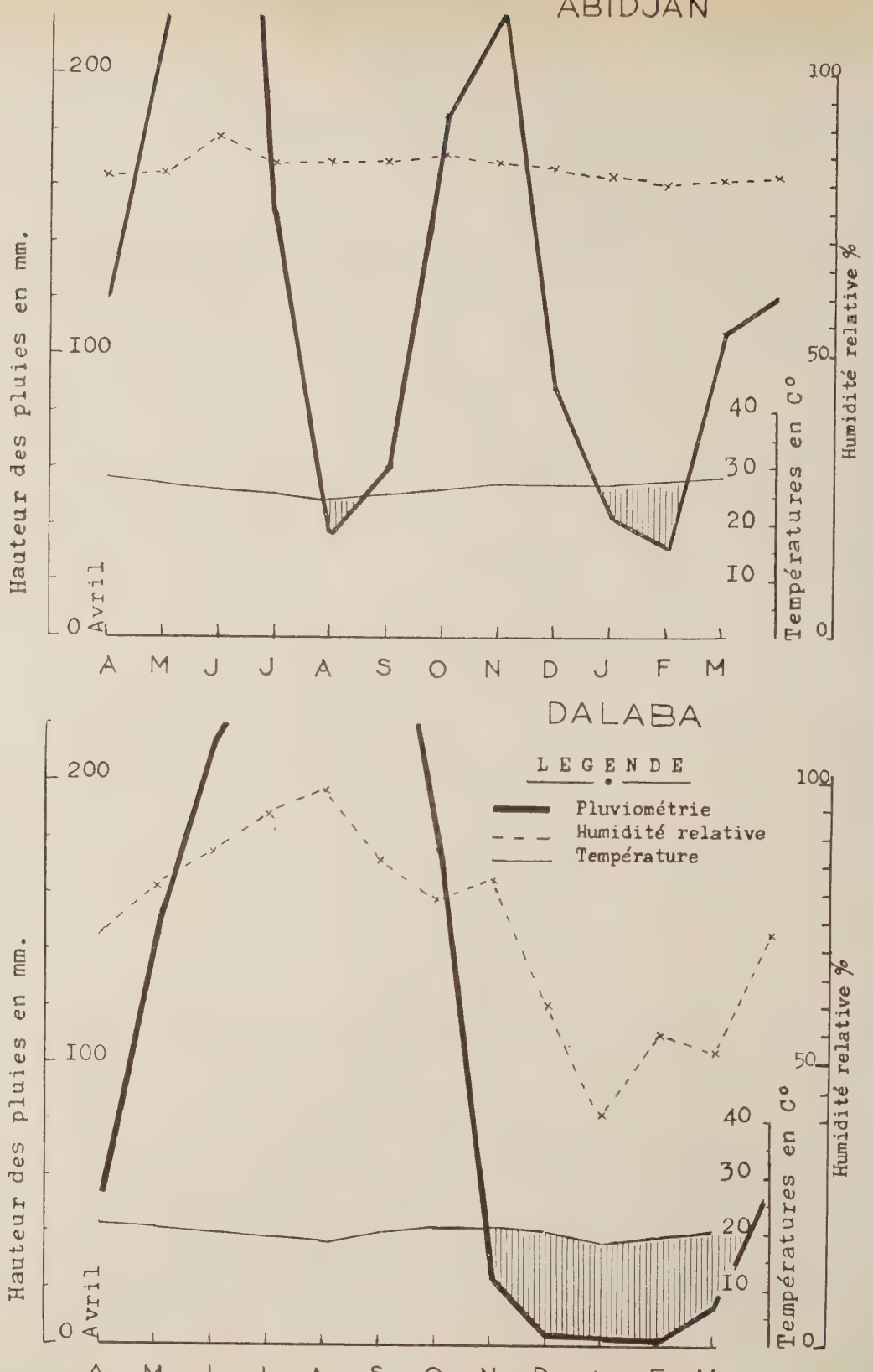


Fig. 3. — Climogrammes ombrothermiques comparés de Dalaba et d'Abidjan.
En hachures verticales les mois secs.

d'autre part que deux sols, pas très différents par leur roche-mère (alluvions pour Dalaba, sables néogènes pour Abidjan) et portant une couverture végétale sensiblement identique, évoluent différemment selon le régime d'une même pluviométrie globale.

B. Température

Nous n'avons fait allusion ci-dessus à la température qu'en tant que facteur intervenant dans la sécheresse écologique par son action sur l'évaporation et la chlorovaporisation. Nous avons utilisé les données météorologiques de la thermométrie : d'une part, dans les climogrammes ombrothermiques où les faibles températures de Dalaba inscrivent une modération de l'évaporation ; d'autre part dans le calcul du quotient de la formule d'Emberger où, plus justement peut-être, les grands écarts de température (M-*m*) indiquent un pouvoir évaporant relativement élevé.

Dans nos considérations des effets du climat sur l'évolution des sols en fonction des types de couverture végétale il serait juste aussi de rechercher quelle est l'action directe de la température sur l'activité de la florule dont dépend la fraction organique. Remarquons déjà au passage que c'est grâce au climat montagnard du Fouta que le pin a pu s'acclimater.

En dehors d'observations précises, on peut supposer que les températures modérées de Dalaba sont aussi une cause de ralentissement de la destruction biologique de la matière organique. On peut en proposer pour preuve l'exemple d'un type de sol très répandu au Fouta, le **Hollaindé**, dont le léger engorgement par l'eau et les températures relativement faibles qui règnent souvent sur ces hauts plateaux conduisent à une accumulation de matière organique d'origine herbacée, que les paysans n'ont d'autre ressource que d'écobuer (mouki) pour faire leur culture *.

Conclusions et déductions pratiques

Ayant examiné comparativement deux sols voisins, l'un sous pinède, l'autre sous feuillu, nous avons reconnu que les propriétés particulières opposées par la litière sous résineux aux destructions myco-bactériennes comportaient des inconvénients pour le sol sous-jacent. Ce sol se trouve en quelque sorte frustré des apports organiques et des restitutions minérales provenant de la végétation forestière. Comme l'avait constaté A. Chevalier ** en 1931 la pinède protège le sol par sa litière, accumule de la matière organique, produit de l'humus et constitue un progrès sur la dénudation. Mais notre comparaison entre le bilan organique de la pinède et celui du feuillu amène à reconnaître la supériorité de ce dernier, tant du point de vue quantitatif que qualitatif. Il fallait, pour s'en apercevoir, faire cette étude sous ce bosquet de vallon, car partout ailleurs au Fouta les forêts n'existent plus que sur des pentes dans des conditions ne permettant pas le développement normal des sols.

Cet avantage du feuillu sur la pinède étant établi en ce qui concerne la fraction organique, nous n'avons pas trouvé par contre de différences importantes induites sur le processus pédogénétique fondamental pour les deux types de végétation.

L'humus « grand régulateur de l'équilibre biologique des sols »*** préservant l'azote au cours de son cycle, structurant les sols et agissant aussi sur la rétention de l'eau, joue donc un triple rôle biologique, chimique, et physique dont l'intérêt est universellement reconnu. Sa conservation, qui se confond avec celle de la fertilité, est particulièrement délicate sous les climats chauds et humides de la zone intertropicale et le type de couverture végétale dont elle dépend par renouvellement des réserves carbonées, doit retenir l'attention des Conservateurs du sol.

S'il ne nous revient pas de tirer les déductions pratiques de ces observations nous faisons toutefois remarquer que pour assurer la conservation ou l'amélioration des qualités agricoles des terres du Fouta que l'on se propose de reboiser, des peuplements mixtes résineux-feuillu avec sous bois de feuillu seraient préférables à des pinèdes intégrales.

* Jacques-Félix, Bétrémieux. — Etude d'un sol écobué des hauts plateaux du Fouta Djallon. Conférence Africaine des sols, Goma, 1948 ; Communic. nº 27.

** A. Chevalier. — Essai d'acclimatation de Conifères en Afrique Tropicale. *R. B. A.*, 1931.

*** Pochon et Tchan. — Humus et biologie des sols, *Rev. Gén. Bot.*, 1950.

TABLEAU DES RÉSULTATS ANALYTIQUES

	Pinède			Feuillu		
N° de l'échantillon Profondeur	P1 0-5 cm	P2 5-35 cm	P3 35-70 cm	F1 0-5 cm	F2 5-35 cm	F3 35-70 cm
Débris végétaux	25,80	—	—	6,30	—	—
Terre fine %	74,20	100	100	93,70	100	100
Humidité %	12,94	18,27	29,53	27,82	29,45	34,39
Perte au feu %	23,94	13,05	14,42	30,71	20,65	16,82
Analyse granulaire (% de terre fine séchée à 105°).						
Sable grossier	5,96	7,76	12,47	7,48	7,09	6,91
Sable fin	50,70	30,84	38,35	65,68	43,18	40,95
Sable total	56,66	38,60	50,82	73,16	50,27	47,86
Limon	22,04	29,94	17,88	19,68	20,43	22,95
Argile	21,30	31,46	31,30	7,16	29,30	29,19
Complexe organique (‰ de terre fine séchée à l'air) :						
Matière organique totale	106,45	43,37	37,99	186,01	96,37	67,64
Carbone	64,75	25,16	22,04	107,90	55,90	39,24
Azote total	3,30	1,59	1,27	6,08	3,31	2,31
Rapport C/N	18,71	15,82	17,35	17,74	16,80	16,98
Azote ammoniacal	0,046	0,034	0,024	0,045	0,026	0,037
Azote nitrique	0,023	0,028	0,024	0,024	0,026	0,027
Rapport N total/N minéral	= 47	= 25	= 26	= 88	= 63	= 36
Acides fulviques	4,18	2,54	1,85	6,09	3,92	3,02
Acides humiques bruns	23,15	3,50	5,63	30,05	18,97	9,14
Acides humiques gris	16,38	14,69	13,93	27,70	24,48	18,31
Humus total	43,71	20,73	21,41	63,84	47,37	30,47
Acidités :						
pH à l'électrode de verre	4,60	4,60	5,10	4,75	4,95	5,05
Acidité d'échange	99,90	64,75	50,75	45,00	40,25	31,50
Acidité d'hydrolyse	195,90	122,15	106,05	165,00	134,75	134,75
Hydrogène échangeable « H »	20,20	11,48	11,06	24,00	18,90	20,05
Pourcentage des différents acides humiques dans la matière organique totale :						
Acide fulvique	3,93 %	5,85 %	4,86 %	3,27 %	4,06 %	4,46 %
Acide humique brun	21,74 %	8,06 %	14,81 %	16,13 %	19,68 %	13,50 %
Acide humique gris	15,38 %	33,86 %	36,66 %	14,87 %	25,40 %	27,06 %
Détermination des rapports $SiO_2/A10_3$ et SiO_2/R_2O_3 au réactif de Bayens sur la terre séchée à 105° :						
Silice (SiO_2) %	20,57	23,01	23,39	19,79	19,83	20,62
Alumine (Al_2O_3) %	23,77	25,47	27,79	19,88	23,08	25,33
Fer (Fe_2O_3) %	4,79	5,78	4,89	3,49	3,79	4,79
Sesquioxydes (R_2O_3)	28,56	31,25	32,68	23,37	26,87	30,12
SiO_2 en mé pour 100 g = m	171,75	192,13	195,30	165,24	165,58	172,17
Al_2O_3 en mé pour 100 g = n	232,94	249,60	272,34	194,82	226,18	248,23
Silice libre (m—n)	—	—	—	—	—	—
Alumine libre (n—m)	61,19	57,47	77,04	29,58	60,60	76,06
SiO_2 moléculaire	343,51	384,26	390,61	330,49	331,16	344,35
Al_2O_3 moléculaire	232,94	249,60	272,34	194,82	226,18	248,23
Fe_2O_3 moléculaire	29,93	36,12	30,56	21,81	23,68	29,93
R_2O_3 moléculaire	262,87	285,72	302,90	216,63	249,86	278,16
SiO_2/Al_2O_3	1,47	1,53	1,43	1,69	1,46	1,38
SiO_2/R_2O_3	1,30	1,34	1,28	1,52	1,32	1,23

RÉSUMÉ. — *Deux sols voisins, l'un portant une pinède, l'autre des feuillus, évoluent différemment. En raison d'une saison sèche prolongée la pinède ne conduit pas à une podzolisation déclarée malgré une forme d'humus plus durable et davantage entraînée en profondeur. Cependant l'immobilisation de la matière organique dans la litière de la pinède conduit à des conditions agrologiques moins favorables que celles réalisées sous feuillu. Le climat de cette station de Guinée française est comparé à celui d'Abidjan nettement plus humide et susceptible d'induire la podzolisation en certaines conditions.*

SUMMARY. — *Two adjoining soils, one planted with pines the other with leafy trees, have a different evolution. Following a prolonged dry season the pine-ground does not lead to a definite podzolisation, in spite of a form of humus of longer duration and drawn deeper into the ground. However, the immobilization of organic matter in the litter of the pine-ground leads to agrologic conditions less favorable than those in the leafy-litter. The climate of this station in French Guinea is compared to the climate of Abidjan which is appreciably wetter and more liable to induce podzolisation under certain conditions.*

RESUMEN. — *Dos suelos vecinos, uno poblado con pinos, otro con árboles hojosos, se desarrollan de modo diferente. Con una época seca y prolongada el pinar no da lugar a una podsolización manifesta a pesar de una forma de humus más duradera y arrastrada más profundamente. Sin embargo la inmovilización de la materia orgánica en la hojarasca de los pinos da lugar a condiciones agrológicas menos favorables que las que están realizadas bajo árboles hojosos. Compárase el clima de aquella estación de Guinea Francesa a el de Abidján claramente más húmedo y susceptible de inducir la podsolización en ciertas condiciones.*

L'HISPIDAE MINEUR *COELAENOMENODERA ELAEIDIS* Maul. PARASITE DU PALMIER A HUILE DANS LA ZONE GUINÉENNE

par

P. CACHAN

Maulik a décrit cet insecte en 1920 sur du matériel capturé en Gold Coast par W. H. Patterson qui signalait de sérieux dégâts ; mais la première manifestation connue de ce Coléoptère remonte à 1909-1910 dans la même région. Depuis, Patterson l'a signalé en 1921 et 1922, G. S. Cotterell en a étudié les pullulations en 1923, toujours dans le même pays et I. Hargreaves parle de dégâts occasionnels peu importants en Sierra Leone en 1925-1926. Il faut attendre ensuite 1950 pour trouver des traces de cet insecte dans la bibliographie (H. Jover en Côte d'Ivoire). Enfin, en 1954, nous avons repris l'étude de cet insecte à La Mé (Côte d'Ivoire) et, en 1956, le Gouvernement du Dahomey confiait à un entomologiste l'étude d'une expansion anormale du *Coelaenomenodera* dans la palmeraie de Porto-Novo, faisant craindre des troubles dans la production en huile du pays.

Cet insecte est lié au palmier à huile et endémique dans la zone la plus humide de la forêt guinéenne, où cet arbre croît à l'état naturel. C'est-à-dire que, normalement, on trouve toujours plus ou moins de spécimens de cette espèce dans ces régions ; c'est sa pullulation anormale qui en fait un danger.

GÉNÉRALITÉS. BIOLOGIE

Jover présente l'espèce étudiée par lui à La Mé comme proche de *C. elaeidis*. Pour nous, les individus capturés à La Mé et au Dahomey ne présentent aucune différence avec la description de Maulik ; nous sommes en présence d'un insecte largement répandu, mais normalement peu abondant.

Jaune clair, plus ou moins rougeâtres, les adultes mesurent de 4,75 à 5,75 mm de longueur ; les larves sont plates, blanc crème devenant jaune en vieillissant et mesurent à leur complet développement 5 mm de longueur environ ; les nymphes sont brun clair (Fig. 1).

Les insectes ne s'attaquent qu'aux palmiers ayant plus de trois ou quatre ans ; l'hôte préféré est l'*Elaeis guineensis* Jacq. ; mais Cotterell l'a signalé sur cocotier, sur *Borassus* et sur certains palmiers ornementaux ; nous avons nous-même relevé quelques attaques d'adultes et de larves sur des cocotiers et des raphias au Dahomey, mais elles sont peu nombreuses, même dans les endroits très attaqués de la palmeraie : elles semblent dues à la saturation des lieux par les insectes, qui se fixent sur tout support plus ou moins favorables mais ne paraissent pas constituer un danger pour d'autres arbres que le palmier à huile.

Les adultes rongent le parenchyme foliaire sur la face inférieure des folioles suivant des lignes longitudinales de 10 à 20 mm de long entre les nervures. Les femelles, avant de pondre, creusent le parenchyme ; elles recouvrent leurs œufs de fibres mâchées ; le plus souvent le point d'oviposition est à l'extrémité du dégât (Cotterell).

Les œufs, blanc crème, de 1 mm de long, sont collés au substrat par groupes de quatre à six et quelquefois dix (Phot. I). Après leur éclosion les larves amorcent de front une galerie entre les deux épidermes de la feuille qui prend un aspect cloqué ; ces galeries peuvent atteindre 10 cm de long et

1 cm de large et contenir de quatre à six larves, qui y muent trois fois. Dans des folioles coupées, les larves meurent rapidement ; seules les plus âgées peuvent survivre, se nymphoser et donner des adultes, même si on les dépose dans une boîte de Pétri.

Les adultes s'accouplent trois à quatre jours après l'éclosion. L'incubation dure vingt-huit jours ; la vie larvaire de quarante à quarante-quatre jours. Les prénymphes s'immobilisent pendant trois ou quatre jours et la nymphose dure de quinze à vingt-deux jours. Le cycle complet, d'adulte à adulte, a une durée de quatre-vingt-dix à cent jours (COTTERELL).

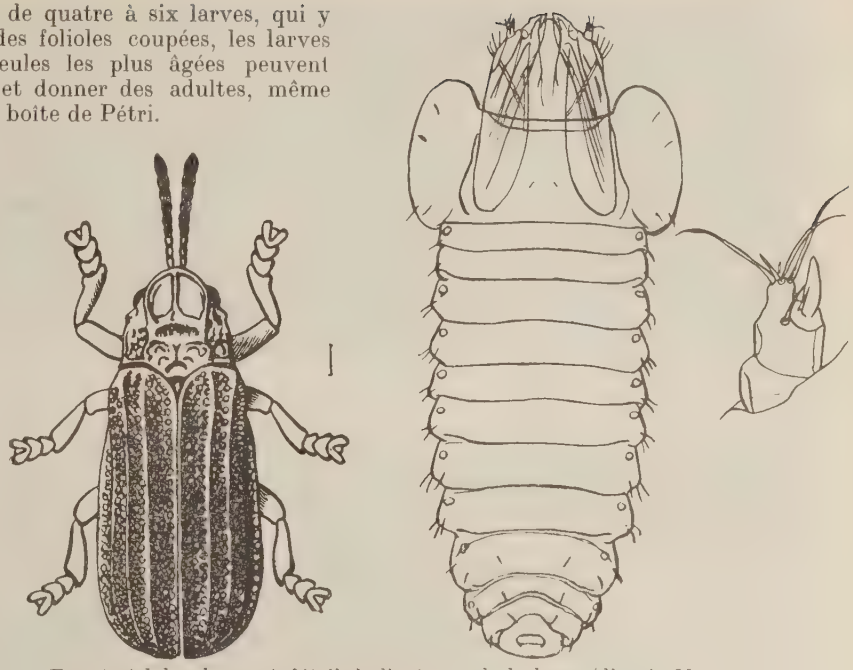


FIG. 1. Adulte, larve et détail de l'antenne de la larve (d'après MAULIK).

Les dégâts les plus graves sont causés par les larves ; on peut compter plus de dix galeries par foliole ; mais un vol massif d'adultes peut s'abattre, dilacérant une grande quantité de folioles que le vent achève de déchiqueter (Phot. II, III, IV, V).

COTTERELL a pu observer deux générations successives, la troisième ayant été réduite, à son avis, par des ennemis naturels ; de l'une à l'autre, cet auteur a remarqué une migration vers sud sud-ouest. les adultes de la première étant apparus en juillet et ceux de la seconde en octobre. D'après la carte donnée par cet auteur, la tache s'est déplacée d'environ 20 km du début à la fin de la pullulation.

D'avril 1948 à juillet 1949, JOVER a remarqué trois générations par an, les adultes volant en avril-mai, juillet-août et novembre-décembre. Etant donnée la durée de la période, pendant laquelle on voit des adultes, et puisque le cycle complet est d'environ trois mois, les générations se superposent en réalité plus ou moins et, quand l'attaque dure depuis longtemps, il y a, à tout moment, des larves de tous âges, des nymphes et des adultes. C'est ce que nous avons constaté au Dahomey et à La Mé ; cependant, il y a des périodes plus riches en adultes que d'autres ; ce sont, entre autres, celles mentionnées par JOVER à La Mé.

L'ATTAQUE DE *COELAENOMENODERA* DANS LA PALMERAIE DE PORTO-NOVO

Au cours des mois de novembre et décembre 1955 et de janvier 1956, les services agricoles du Dahomey constataient, dans les régions de Banigbé et de Gbada, situées respectivement à l'est et à l'ouest de la palmeraie de Porto-Novo, un dépérissement des palmes épanouies de tous les *Elaeis*. Cette maladie gagnait rapidement en surface et, en mai-juin 1956, toute la zone comprise entre ces deux foyers était atteinte. L'examen des folioles permettait d'attribuer les dégâts à un Hispide, *Coelaenomenodera elaeidis* MLK., existant à l'état endémique dans la région.

C'est en raison de l'extension ininterrompue de ce ravageur et des risques de le voir s'étendre à toute la palmerie dahoméenne, que nous avons été chargé, à la demande du territoire, de faire l'étude détaillée de cette pullulation.

Nous avons pu visiter en détail la palmeraie de Porto-Novo, du 4 au 17 novembre 1956, sur un parcours de 500 km et faire vingt-trois prélèvements, répartis de manière à ce que tous les points en

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE.

I. Position d'une ponte dans les tissus ; les œufs étant adhérents au parenchyme, trois œufs seulement (flèches) apparaissent sur la photo, après dégagement des tissus.

II. Débuts d'attaques. Les traits droits sont des dégâts d'adultes ; les plages claires des dégâts de larves.

III. Jeunes larves dans leur galerie.

IV. Palmier non attaqué (au Dahomey).

V. Palmier attaqué (remarquer les cultures sous palmier, maïs).

VI. Traitement à La Mé à l'aide d'un appareil Swiss-atom.

aient été contrôlés. De plus, des contrôles ont également été effectués sur les bords sud et ouest de cette palmeraie et dans les régions de Cotonou, Ouidah et Abomey-Calavi.

En chaque endroit choisi pour un de ces prélèvements, onze ou douze arbres (suivant le nombre de grimpeurs) ont été désignés au hasard dans un rayon de 100 mètres ; sur chacun, la palme correspondant au fruit mûr ou prêt à être coupé, ainsi que celle située à la base d'un fruit en formation, ont été prélevées. De cette façon, nous avons obtenu deux séries de feuilles approximativement du même âge pour tous les arbres, puisque le développement des palmes est parallèle à celui des fruits ; les palmes, mettant le même temps pour se dégager de la flèche, les observations permettent d'estimer les attaques pendant les douze mois précédents au moins. Dans l'impossibilité d'examiner les deux cents ou deux cent-cinquante folioles de chaque palme, nous avons dû opérer sur des échantillons ; les folioles étaient coupées sur tout un côté de la palme et étalées sur une toile, où l'on récoltait les larves et les adultes qui en tombaient, et dont le nombre donnait une première appréciation de la population ; puis on prélevait dix folioles au hasard ; pour les onze ou douze arbres testés, on avait donc cent dix ou cent vingt folioles que l'on ramenait au laboratoire soigneusement enveloppées ; leur étude nous a permis d'évaluer le degré de l'attaque, le point d'évolution de la génération et de la population, ainsi que l'action des pulvérisations insecticides par avion entreprises depuis le début de l'année.

Le tableau suivant résume les résultats de ces prélèvements. Les localités de la palmeraie de Porto-Novo sont classées du sud au nord ; nous donnons ensuite les localités du pourtour et les cinq endroits, à l'ouest de l'Ouémé, où des traces de dégâts ont été trouvées. Dans les localités suivantes de l'ouest Dahomey, il n'y a aucune trace d'attaque : Togba, Ouédo, Yévié, Zinvié-Zounmé, Zinvié, Tangbo, Glégbodji, Golo-Djigbé, Adjagbo, Akassato, Hadjéhoun, Cococodji, Pahou, Akadjamé, Azohoué-Niho, Glotomé, Alladé, Hinvi, Attagon et Adjian (Fig. 2).

Résultat des prélèvements effectués du 4 au 17 novembre 1956 dans la palmeraie de Porto-Novo et en décembre a l'ouest de l'Ouémé

Pour chaque localité, la première ligne de chiffres correspond aux feuilles âgées et la seconde aux feuilles plus jeunes

Localités	Folioles intactes	Folioles avec dégâts d'adultes seulement	Folioles avec galeries vides	Folioles avec galeries occupées	Larves	Nymphes	Adultes	Observations
I	102	27	1	—	—	—	1	Dégâts d'adultes
Sedgé	90	27	7	2	2	—	2	légers.
II								Dégâts d'adultes
Sortie de Porto-Novo vers Méridjonou	106	15	1	—	—	—	—	légers.
	111	9	1	—	—	—	3	
III	116	9	1	1	4	—	1	Dégâts d'adultes
Louho	111	13	—	—	—	—	1	légers.
IV	0	51	25	27	29	21	8	Nombreuses folio-
Méridjonou (pépinière)	0	44	29	37	63	21	4	les déchiquetées (dégâts d'adult.).
V	88	—	4	8	12	—	—	Peu de dégâts
Atchoupa	90	—	4	6	17	—	—	d'adultes.
VI	64	8	2	—				Peu de dégâts
Vakon-Azohoué	65	37	6	3	5	4	—	d'adultes.
VII	3	34	10	83	167	83	11	Dégâts d'adultes
Missérété	13	34	16	51	111	31	—	moyens.
VIII	12	105	4	8	17	1	3	Folioles déchique-
Gblogblo	11	114	8	1	1	1	1	tées (dégâts d'adultes).
IX	87	44	—	—	—	—	—	Dégâts d'adultes
Akpamé	55	67	5	1	1	—	—	moyens.
X	0	78	48	1	—	15	25	Dégâts d'adultes
Kétoukpé	0	55	55	13	11	15	28	moyens.
XI	0	7	12	80	370	37	—	Larves de tous
Loti-Gbedjehouin	0	8	12	84	328	18	—	âges.

Localités	Folioles intactes	Folioles avec dégâts d'adultes seulement	Folioles avec galeries vides	Folioles avec galeries occupées	Larves	Nymphes	Adultes	Observations
XII	4	55	17	15	21	3	—	
Fandji-Tanmé	3	27	40	47	69	13	—	
XIII	39	76	15	2	5	—		
Doké	51	65	5	6	8	2	2	
XIV	20	31	22	33	72	3	—2	
Kouti	29	37	14	26	57	4	—	
XV	2	103	3	16	23	15	—	Dégâts d'adultes nombreux mais moyens.
Katagon	14	84	23	0	—	—	—	
XVI								Dégâts d'adultes très importants (folioles déchiquetées.)
Embranchement route Mitro sur route Porto-Novo	0	98	24	2	2	—	—	
Grada	0	60	45	9	9	1	—	
XVII	0	12	38	76	320	31	—	Pendant la récolte nombreuses larves et nymphes.
Kpakouta	2	7	35	74	243	5	—	
XVIII	0	33	37	68	430	1	9	Pendant la récolte nombreuses larves et nymphes.
Aita	0	44	25	69	340	2	—	
XIX								
2 km au nord d'Ifanhin route de Boodgo	5	70	40	33	81	21	2	Importants dégâts d'adultes.
	7	41	54	44	105	48	1	
XX	6	81	16	40	183	—	6	Larves très jeunes; nombreux dégâts d'adultes.
Yoko	14	75	23	28	100	—	4	
XXI	87	44	12	3	5	—	—	Dégâts d'adultes assez importants.
Saoro-Djédjé	101	69	4	2	2	—	—	
XXII								Dégâts d'adultes uniquement
Entre Ita-Djebou et Saketé	88	73	—	—	—	—	—	
	59	43	—	—	—	—	—	
XXIII	154	—	—	—	—	—	—	
Angonvi	148	—	—	—	—	—	—	—
a	120	0	0	0	0	0	0	Région saine.
Semé	117	1	2	0	0	0	0	
b	0	4	90	6	6	1	0	
Békandji	1	36	61	2	3	0	0	
c	100	0	0	0	0	0	0	Région saine.
Affamé	99	0	1	0	0	0	0	
d	1	1	7	116	50	39	37	Larves de tous âges.
Oueda	1		29	95	200	119	34	
e	100	0	0	0	0	0	0	Région saine.
Gbéko	100	0	0	0	0	0	0	
Agassa-Godomey	99	0	1	0	0	0	0	
	100	0	0	0	0	0	0	
Godomey	99	0	1	0	0	0	0	
	100	0	0	0	0	0	0	
Adjara	99	0	0	1	0	0	1	
	100	0	0	0	0	0	0	
Tori-Bossito	99	0	0	1	1	0	0	
	100	0	0	0	0	0	0	
Ouagbo	99	0	0	1	1	0	0	
	100	0	0	0	0	0	0	

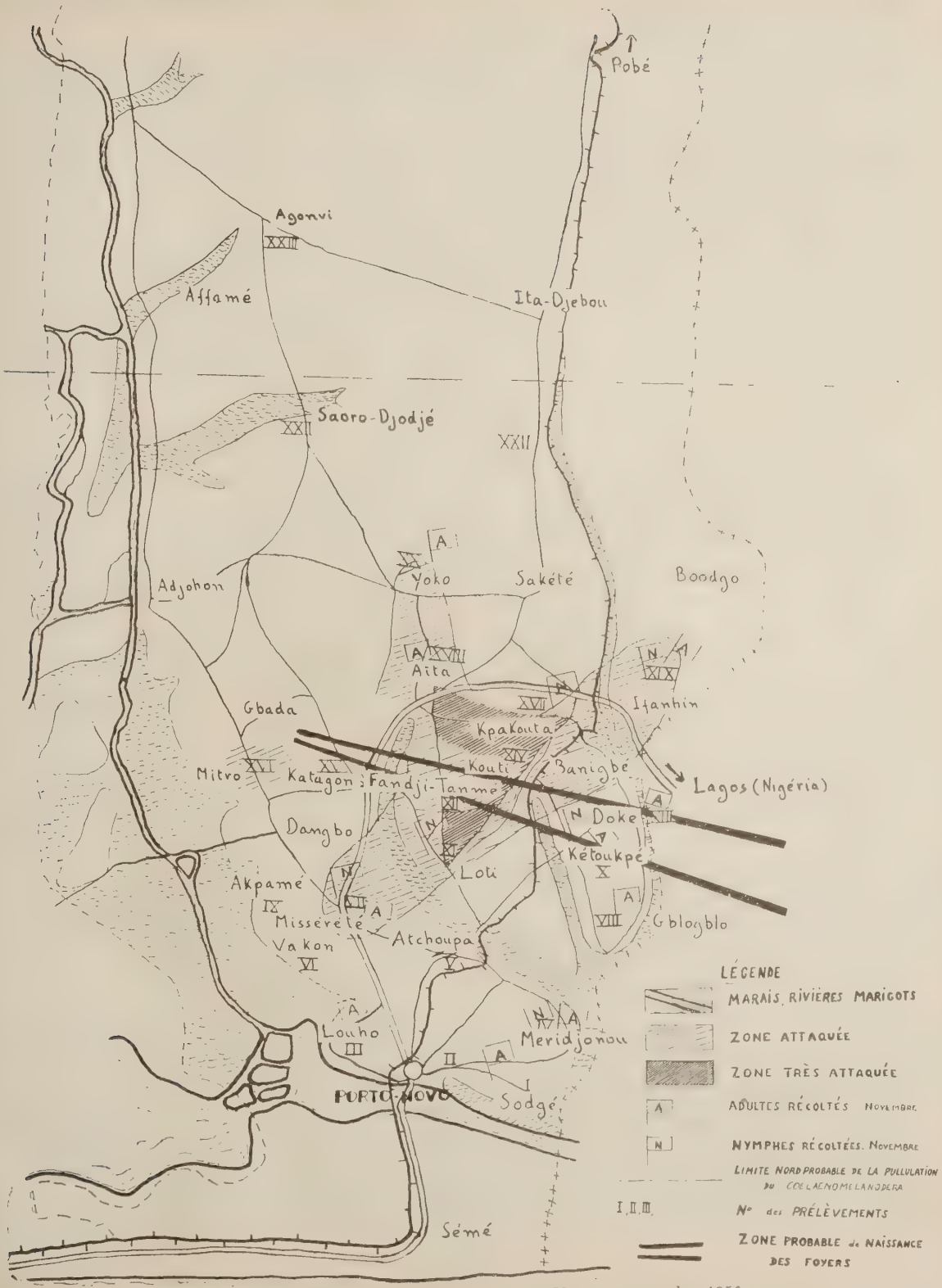


FIG. 2. Situation dans la palmeraie de Porto-Novo en novembre 1956.

Voici les remarques que nous avons faites :

a) On observe des zones où les attaques augmentent ou s'étendent : Kpakouta, Ifanhin, Aïta et Missérété.

b) Dans certaines zones, les attaques semblent régresser : sud du canton de Gbanigbé (Kétoukpé, Gblogblo et Doké) et région de Gbada. Toutefois, dans ce dernier endroit, le grand nombre des attaques d'adultes, auxquelles il faut attribuer l'abondance des feuilles déchiquetées, n'ont peut-être pas été suivies de nombreuses attaques de larves.

c) Dans certaines zones la situation semble être stationnaire : centre de la zone la plus infestée autour de Kouti et Fandji-tanmé ; au sud, dans les régions de Louho, Honvié et Sedgé.

d) Ailleurs, le mal s'étend lentement mais il faut remarquer que, vers le nord, il semble y avoir une limite à la pullulation du *Coelaenomenodera*. A Ita-Djebou, on ne trouve que des dégâts d'adultes ; l'absence de dégâts de larves laisse à penser qu'elles ne se développent pas. D'autre part, plus au nord, à partir d'Agonvi, aucun adulte n'a été signalé. Dans la zone côtière (Sémé), il n'y a pratiquement pas d'attaque et aucune n'est signalée dans les îles au milieu de l'Ouémé (Toffinous).

CONCLUSION

Dans cette étude de la population de *Coelaenomenodera*, rien n'indique que la pullulation va cesser, rester stationnaire ou s'accroître.

Toutefois, on peut remarquer que, dans quelques localités, une nouvelle génération est prête à s'envoler : Méridjonou, Missérété, Kétoukpé, Loti, Kpakouta, Ifanhin, où la présence de nymphes dans les galeries indique que des adultes vont éclore dans les deux ou trois semaines qui viennent.

D'autre part, des adultes ont été capturés en vol à Sedgé, Louho, Méridjonou, Missérété, Gblogblo, Kétoukpé, Doké, Aïta, Ifanhin et Yoko.

Au delà de trois semaines, on peut estimer qu'il y aura de forts envols à Loti, Kpakouta, Aïta, Hanhin et Yoko, bien qu'on ne puisse fixer une date précise, car on trouve des larves de plusieurs âges dans ces endroits.

Les régressions locales peuvent être dues à l'action insecticide des poudrages par avion faits depuis plusieurs mois. Nous verrons plus loin cette hypothèse. Signalons, cependant, l'absence de larves mortes dans les prélèvements.

La situation à l'ouest de l'Ouémé ne peut donner d'inquiétude pour l'instant puisque, sur vingt-six contrôles faits dans les régions d'Abomey-Calavi, de Cotonou, de Godomey, de Ouidah, d'Allada et d'Attagon, cinq traces d'attaques ont été repérées. Ces chiffres peuvent donner une idée de la concentration en adultes et larves dans une région correspondant à l'état endémique : l'examen de cinq mille deux cents folioles n'a fourni que trois larves et un adulte.

Nous n'avons trouvé, dans les galeries, aucune trace de parasitisme, et, en particulier, aucune nymphe ou dépouille nymphale d'Hyménoptères parasites, comme nous en avons trouvée à La Mé : l'extension de la population de *Coelaenomenodera* n'a pas entraîné celle de ses parasites.

Incidence économique des dégâts.

Patterson et Cotterell ont signalé que le poids des régimes cueillis sur des palmiers ayant souffert du *Coelaenomenodera* est inférieur à la moyenne produite normalement et que la quantité d'huile extraite est plus faible.

Il est difficile d'évaluer la baisse de production, qu'entraînera cette attaque, car il faut tenir compte des baisses saisonnières et de celle, plus générale, qui est constatée en 1956 sur tout le Territoire. Toutefois, les collectes, dans les régions très attaquées, accusent une chute relative plus marquée qu'ailleurs. D'après les documents communiqués par la direction de l'usine d'Avrankou (S H M D) la baisse de rendement observée dans la première semaine d'octobre 1956, calculée sur l'ensemble de la collecte traitée à Avrankou, est presque exclusivement due à la baisse des rendements des collectes faites sur le canton de Banigbé, où l'attaque du *Coelaenomenodera* a été très marquée dès le

début de la pullulation. Le rendement théorique sur une collecte normale est de 8,05 %, il est tombé à 7,83 % sur l'ensemble de la collecte et à 6,88 % dans le canton de Banigbé. Voici les rendements comparés en 1954, 1955 et 1956.

RENDEMENTS COMPARÉS :

	1954	1955	1956
Juillet	9,32 %	8,05 %	8,96 %
Août	8,84 %	8,04 %	8,33 %
Septembre	8,94 %	8,63 %	8,37 %
DÉTAIL PAR SEMAINE :			
Première semaine septembre	—	8,06 %	8,54 %
Deuxième semaine septembre	—	8,83 %	8,35 %
Troisième semaine septembre	—	8,04 %	8,10 %
Quatrième semaine septembre	—	8,63 %	8,51 %
Première semaine octobre	8,90 %	8,68 %	7,83 %

D'autre part, le 22 septembre, le poids moyen du régime, calculé sur un tonnage de 4.474 kg (8.33 régimes) dans la région de Banigbé, et sur 3.597 kg (621 régimes) dans la région d'Avrankou et au sud de celle-ci jusqu'à la mer, est, dans le premier cas, 5.370 kg et, dans le second 5.792 kg, soit une baisse de 7,28 %. La perte totale est la résultante de la perte en poids d'un même nombre de régimes et de la baisse de rendement à l'extraction de l'huile. Il est difficile de la chiffrer, les données étant trop fragmentaires et sans éléments de comparaison.

GENÈSE DE LA PULLULATION DU *COELAENOMENODERA*

Etat d'endémisme et état de pullulation.

Afin d'évaluer l'accroissement de la population en période favorable, nous avons cherché à fixer le degré de dispersion des adultes ou larves en période normale. Au Dahomey, dans les cantons à l'ouest de l'Ouémé, l'examen de cinq mille deux cents folioles de palmiers situés dans vingt-cinq localités n'ont fourni que trois larves et un adulte. Dans les zones les plus atteintes, on compte plus de huit cents larves par palmier.

En Côte d'Ivoire, nous avons pu travailler avec plus de précision en ce qui concerne les adultes durant leurs périodes de sortie massive, car trouver des larves en zone saine est presque impossible. Nous avons atomisé un excès de Lindex à l'aide d'un Swing-fog sur des arbres, aussi bien en zone indemne qu'en zone atteinte ; puis nous avons recueilli les insectes tués sur des bâches disposées au sol, sous les palmiers. En zone saine, on récolte de cinq à dix adultes par arbre ; en zone attaquée, plus de cinq cents. Ces sondages montrent, d'autre part, qu'au pourtour de la tache infestée la concentration des *Coelaenomenodera* tombe au même degré qu'à des dizaines de kilomètres de là.

Nous suivons l'évolution de la pullulation de *Coelaenomenodera* à La Mé depuis 1947, grâce, d'une part aux renseignements fournis par l'I R H O et JOVER jusqu'en 1950 et, d'autre part à nos observations depuis 1951. La plantation a subi une première invasion en 1947-1948, puis une seconde en 1955-1956, après une éclipse de six ans ; cette dernière période active dure encore ; les insectes sont très abondants mais n'entraînent pas de dégâts aussi graves que ceux enregistrés à La Mé en 1948 et actuellement au Dahomey. Après les auteurs anglais, nous avons donc remarqué la périodicité des pullulations de *Coelaenomenodera*.

A La Mé, la cause essentielle de ce déséquilibre biologique est d'ordre microclimatique. Douze à dix-huit mois environ avant que l'extension de l'espèce et, par conséquent des dégâts, soit constatée, les facteurs externes et, en particulier la température, ont accusé une variation anormale par rapport

aux données moyennes obtenues sur de nombreuses années d'observations météorologiques. Le graphique (Fig. 3) montre la corrélation nette existant entre la baisse de la température et les pullulations du *Coelaenomenodera*.

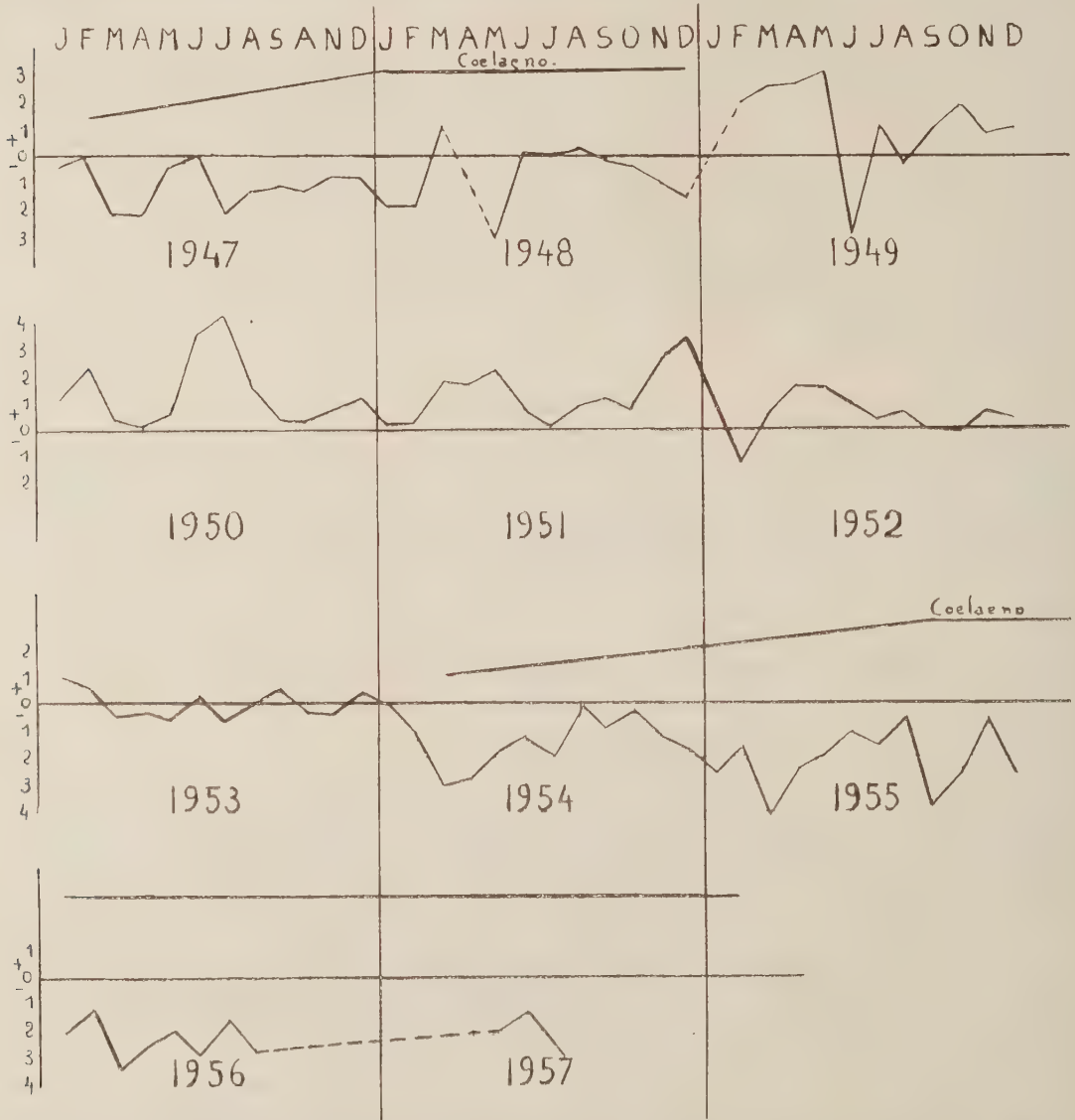


Fig. 3. Variation mensuelle de l'écart à la température moyenne à 18 heures (calculée sur plusieurs années), de la température mensuelle moyenne à la même heure depuis janvier 1947 à La Mé. Corrélation avec l'apparition du *Coelaenomenodera*.

Les températures moyennes de référence sont : janvier (30°7), février (30°7), mars (32°3), avril (31°5), mai (30°4), juin (27°8), juillet (28°0), août (26°9), septembre (28°9), octobre (29°0), novembre (28°7), décembre (29°5).

Foyers de pullulation au Dahomey.

Plusieurs personnes ont cru observer une contamination de la palmeraie de Porto-Novo par l'est, c'est-à-dire en provenance du Nigéria. Il est certain que le point le plus touché au début a sans doute été la zone frontière ; mais, en novembre et décembre 1955 et janvier 1956, des dégâts impor-

tants et sensiblement de même gravité ont été signalés simultanément, aussi bien dans le canton de Banigbé à l'est que dans la région de Gbada à l'ouest. Il est presque impossible, étant données la durée d'un cycle (trois mois) et la capacité moyenne de vol des adultes, que l'est et l'ouest de la palmeraie aient été contaminés en même temps par un apport extérieur. Si l'on admet qu'il faut au moins six générations pour que la pullulation soit suffisamment forte pour être remarquée, il semble, en réalité, qu'elle ait commencé en plusieurs points, d'une ligne à peu près équidistante de Sakété et de Porto-Novo, allant de l'Ouémé à l'ouest jusqu'en Nigéria à l'est ; mais les foyers les plus importants se sont sans doute formés à l'est. Nous verrons plus loin les raisons en faveur de cette hypothèse.

La direction des vents dominants sud-ouest n'explique pas une éventuelle extension de la zone infestée, de nombreuses zones non atteintes se trouvant dans cette direction.

L'extension du mal n'a pas de rapports apparents avec la densité des palmiers, puisque des zones de cinquante à quatre-vingts palmiers à l'hectare (Missérété) sont aussi attaquées que des zones de plus de cent cinquante palmiers à l'hectare (Banigbé).

Dans une pullulation accidentelle de cette sorte, la monoculture sur une grande échelle est, certes, un facteur favorable ; mais il est difficile d'admettre qu'elle ne se soit pas produite plus tôt dans le cas du *Coelaenomenodera*, étant données l'ancienneté de la palmeraie et l'extension de l'*Elaeis* dans la zone guinéenne, si l'on ne tient compte que du facteur monoculture ; d'autre part, le phénomène ne s'est pas étendu à l'ouest du Dahomey, de l'autre côté de l'Ouémé.

La corrélation constatée à La Mé entre les variations microclimatiques anormales et la pullulation, nous a incité à rechercher, dans les données météorologiques du Bas Dahomey, le renouvellement des mêmes conditions.

Jusqu'à la latitude de Bohicon, le service météorologique dispose de dix-huit postes pluviométriques dont sept fournissent également les températures. Dans la palmeraie de Porto-Novo, on rencontre, du sud au nord, les postes pluviométriques de Sémé, Porto-Novo, Adjohon, Sakété et Pobé ; la température n'est mesurée qu'à Porto-Novo et Pobé ; tous ces postes se trouvent sur le pourtour de la zone atteinte. Autrement dit, une étude des influences microclimatiques dans la zone de pullulation du *Coelaenomenodera* ne pourra se faire qu'en intrapolant les mesures météorologiques faites à Adjohon, Sémé, Porto-Novo, Sakété et Pobé.

Action de la température.

D'après ce qui a été observé à La Mé, la température agit comme facteur limitant. Il pourrait être intéressant de prendre en considération les températures maxima moyennes ; mais leurs valeurs sont très différentes à Pobé et à Porto-Novo, ces deux stations ayant des climats différents : à Porto-Novo l'influence de la mer amortit les variations journalières ; à Pobé, l'influence continentale les accroit ; la température maxima peut dépasser 35° à Pobé et atteint seulement 32° à Porto-Novo. Par contre, les températures moyennes varient sensiblement de la même manière aux deux endroits, ce qui laisse penser qu'il en est de même dans la région intermédiaire (voir graphique fig. 4, qui donnent les variations mensuelles des températures moyennes mensuelles calculées sur dix ans).

Si l'on étudie pour chaque mois la variation des moyennes mensuelles depuis 1949, on s'aperçoit que, durant les mois chauds de l'année, décembre à avril, cette moyenne a baissé régulièrement depuis cette date. Le phénomène est beaucoup moins net durant les autres mois ; ceci est intéressant du point de vue de notre étude puisque c'est l'abaissement des plus hautes températures qui est important. Afin de mieux saisir ces variations, nous avons fait la moyenne des températures moyennes mensuelles des cinq mois mentionnés ci-dessus. De 1950 à 1956, pour la période de décembre à avril, la température moyenne a baissé de 1,49° C à Porto-Novo et 1,37° C à Pobé. Si l'on constate que l'écart au cours de l'année entre la plus élevée et la plus basse des températures moyennes mensuelles est de 4,1° C à Pobé et de 3,6° C à Porto-Novo (calcul fait sur dix ans), une baisse de 1,5° C est considérable pour un insecte sensible aux variations des hautes températures, si cette baisse survient pendant les périodes chaudes.

Il est raisonnable de penser que la même baisse aurait été enregistrée dans la palmeraie entre Sakété et Porto-Novo.

Influence des pluies.

Nous avons essayé, grâce au plus grand nombre de renseignements pluviométriques sur le pourtour de la palmeraie, de voir s'il existait une corrélation entre une variation anormale des pluies et la pullulation accidentelle de *Coelaenomenodera*.

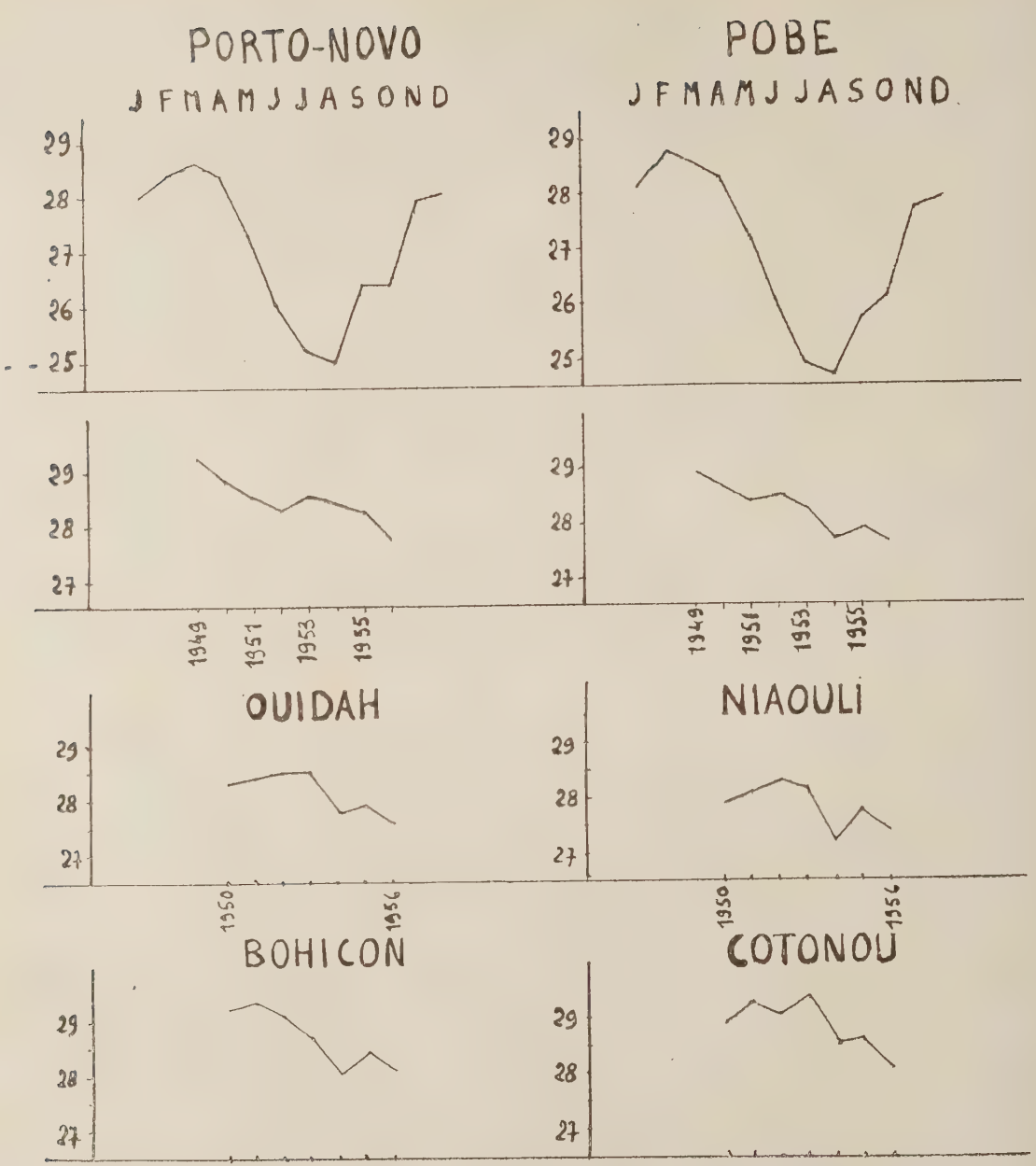


Fig. 4. Moyenne des températures moyennes mensuelles calculées sur dix ans pour Porto-Novo et Pobé ; variation de la moyenne des températures mensuelles pour les mois de décembre à avril depuis 1949 à Porto-Novo, Pobé, Ouidah, Niaouli, Bohicon et Cotonou.

Les pluies agissent sans doute autant comme facteur d'abaissement de température que comme facteur d'humidité (il est d'observation courante qu'il fait plus froid quand il pleut) ; nous avons donc groupé les pluies, comme les températures, pour les cinq mois de saison chaude, de décembre à avril. Nous avons retenu les pourcentages des pluies par rapport à la moyenne calculée sur les années précédentes et non les hauteurs absolues des précipitations qui ne donnent pas une aussi nette évaluation

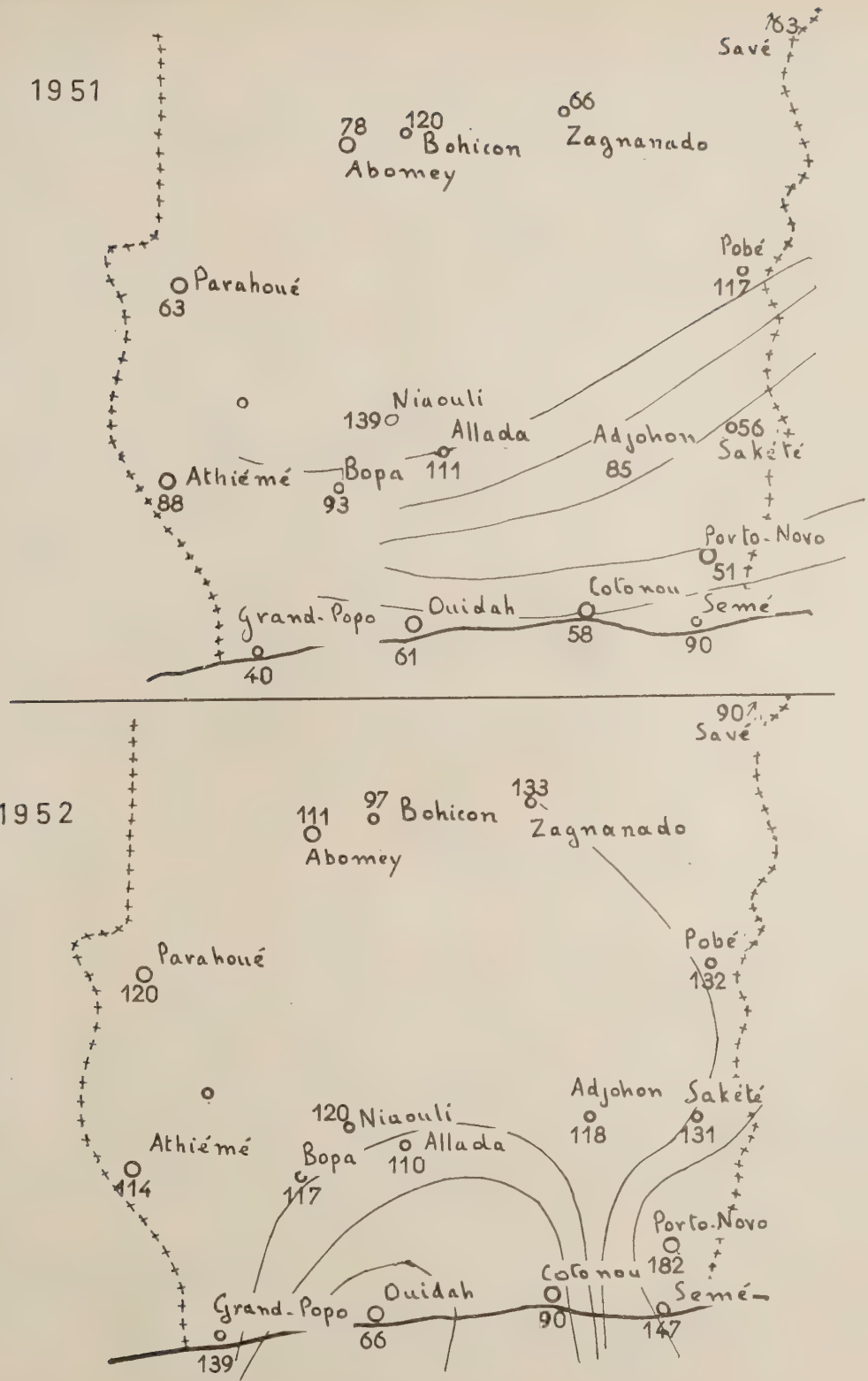
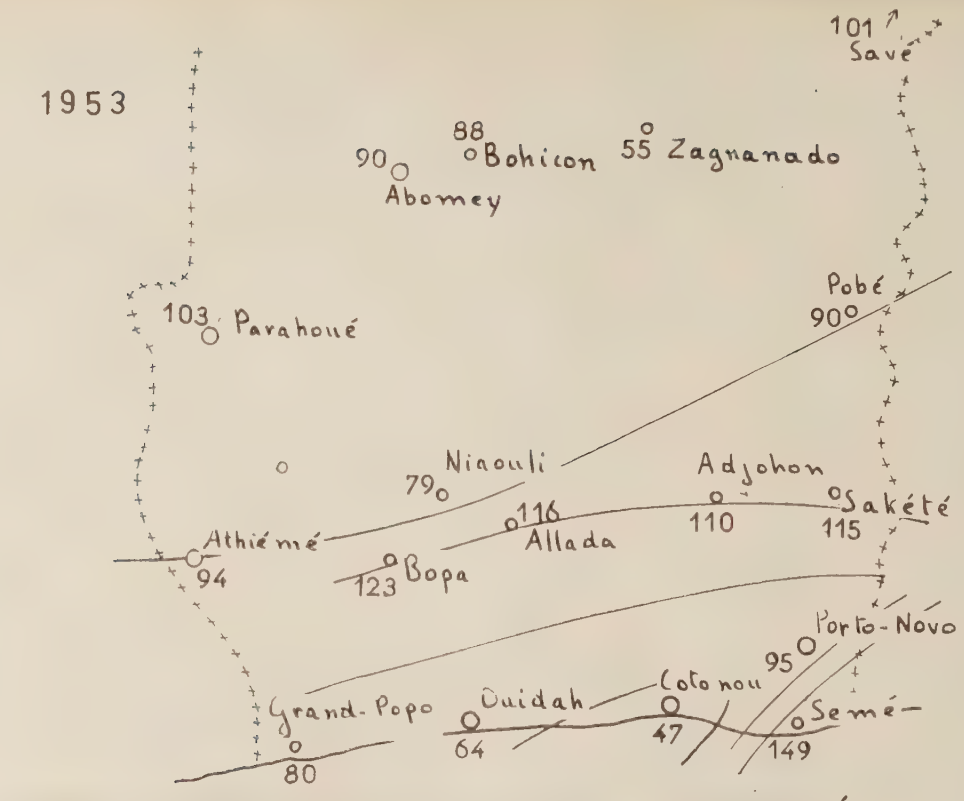
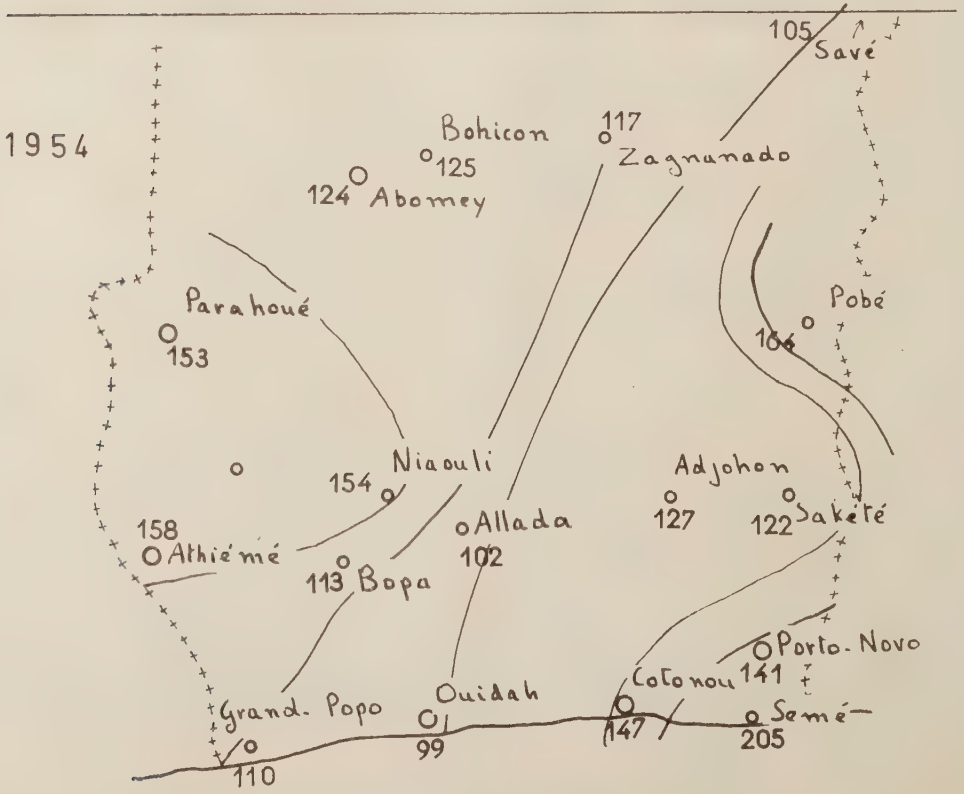
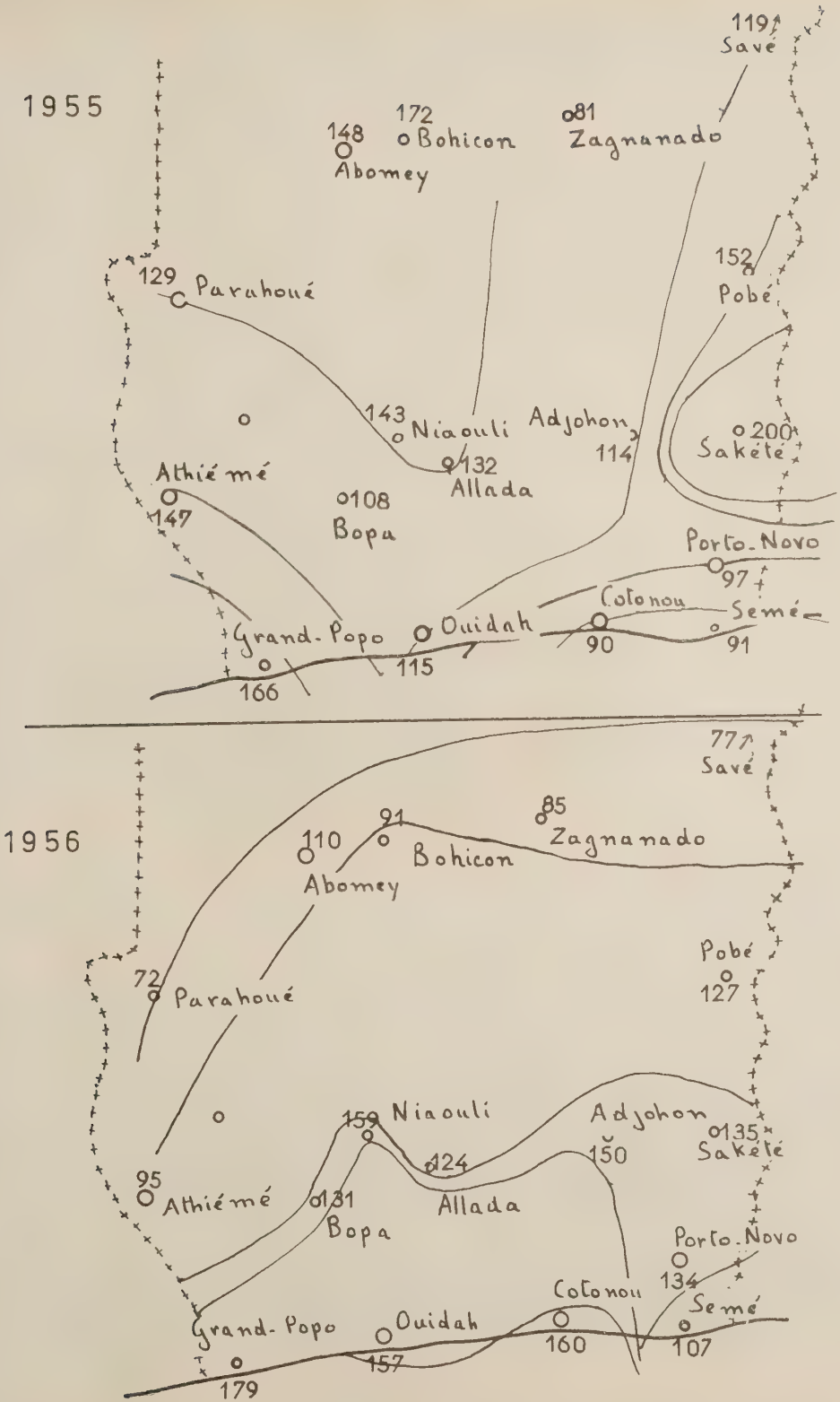


Fig. 5-6-7. Pluies tombées de décembre à avril, de 1951 à 1956, mesurées en pourcentage des pluies moyennes des années précédentes pour la même période.


1953
101
Savé
88
Bohicon
55
Zagnanado
90
Abomey
Pobé
90
103
Parahoué
Niaouli
79
Adjohon
116
110
Sakété
115
Athiémé
94
Allada
123
Bopa
Porto-Novo
95
Grand-Popo
80
Ouidah
64
Cotonou
47
Semé—
149


1954
105
Savé
Bohicon
125
117
Zagnanado
124
Abomey
Parahoué
153
Pobé
164
Niaouli
154
Adjohon
127
122
Sakété
158
Athiémé
Allada
102
113
Bopa
Porto-Novo
141
Cotonou
Grand-Popo
110
Ouidah
99
147
Semé—
205


1955
119
Savé
172
Bohicon
148
Abomey
81
Zagnanado
152
Pobé
129
Parahoué
143
Niaouli
Adjohon
114
200
Sakété
132
Allada
Athié mé
147
0108
Bopa
Porto-Novo
97
Cotonou
Semé
Grand-Popo
Ouidah
90
91
115
166
1956
77
Savé
91
110
85
Zagnanado
Bohicon
Abomey
Pobé
127
72
Parahoué
159
Niaouli
Adjohon
135
Sakété
124
150
95
Athié mé
131
Allada
Bopa
Porto-Novo
134
Cotonou
Semé
Grand-Popo
Ouidah
160
107
157
179

de leurs variations relatives d'une année à l'autre. Les cartes des figures 5-6-7 résument les résultats pour les années 1951 à 1956 dans le Bas-Dahomey.

1951 : Pluies nettement inférieures à la moyenne et, en particulier, de Sémé à Sakété.

1952 : Pluies inférieures à la moyenne dans la zone côtière, entre Ouidah et Cotonou ; partout ailleurs elles sont supérieures et, plus particulièrement, entre Sémé et Pobé.

1953 : Pluies inférieures à la moyenne dans la zone côtière entre Grand Pobo et Cotonou, égales ou supérieures à la moyenne de Sémé à Sakété.

1954 : Pluies partout égales ou supérieures à la moyenne, très nettement supérieures à la moyenne de Sémé à Pobé.

1955 : Pluies partout supérieures à la moyenne et, particulièrement, dans la région de Sakété, sauf dans les régions de Cotonou et de Porto-Novo.

1956 : Pluies partout supérieures à la moyenne au sud de Pobé et, plus particulièrement entre Porto-Novo et Sakété et dans la zone côtière, de Grand Popo et Cotonou, au sud de Niaouli.

Depuis 1951, la pluviosité s'est donc accrue dans d'appréciables proportions dans le sud du Dahomey et, plus particulièrement, entre l'Ouémé et le Nigéria.

Afin de mieux représenter ces variations, nous avons porté, sur un même graphique (Fig. 8), les pourcentages par rapport à la moyenne de 1951 à 1956 pour les postes de Sélé, Porto-Novo, Sakété, Pobé et Savé, placés approximativement sur une même ligne sud-nord traversant la palmeraie de Porto-Novo dans la zone critique : en abscisse les distances séparant les localités et, en ordonnée, les pourcentages.

On remarque que, depuis 1952, dans la zone où s'est développé le *Coelaenomenodera* (zone hachurée), les pluies ont toujours été supérieures à la moyenne et, depuis 1954, supérieures à 130 % de la moyenne. Au sud de cette zone, la saison chaude de 1955 a été relativement moins pluvieuse ; au nord, 1954, 1955 et 1956 ont, par contre, été très pluvieuses.

Ce rôle indirect des pluies est sensible sur une longue période mais, sur le moment, les pluies sont plutôt défavorables à la pullulation du *Coelaenomenodera* aussi bien, d'ailleurs, qu'à celle de ses parasites. Durant le mois de juin (900 mm de précipitations), à La Mé, les larves dans les galeries sont, nettement moins vigoureuses et, bien que la population totale croisse, les adultes en représentent un pourcentage très faible : 10 % seulement, au moment même où il devrait y avoir les sorties massives ; les fortes pluies font tomber les nymphes, qui sont libres dans les galeries dont les parois sont desséchées et plus ou moins déchirées, ainsi que les adultes nouveau-nés. De nombreux prédateurs les exterminent sur le sol.

Conclusion.

a) Cette étude des pluies permet d'affirmer qu'entre Sakété et Porto-Novo, la température a subi un affaiblissement net, pendant la saison chaude de plusieurs années consécutives, et confirme ce que nous en savions déjà par la mesure directe de la température.

b) La localisation des pullulations primitives dans le sens sud-nord est expliquée par les conditions constamment favorables depuis décembre 1953 dans une zone d'une largeur de 15 km environ, entre Porto-Novo et Sakété mais plus proche de cette dernière localité. C'est dans cette zone dahoméenne et son prolongement en Nigéria qu'il faut placer les foyers initiaux (fig. 2).

c) L'arrêt de la pullulation en tache d'huile vers l'ouest peut provenir de la largeur de l'Ouémé, obstacle trop important pour les adultes de *Coelaenomenodera* ; mais ceci n'explique pas qu'il n'y ait pas eu de foyer à l'ouest de cette ligne. Nous pensons plutôt que les conditions n'y étaient pas favorables. En effet, si la pluviosité s'est accrue depuis 1951 dans cette région, ce n'est qu'en 1956 qu'elle y est apparue très fortement supérieure à la moyenne. D'autre part, si on y a observé également une baisse de la température moyenne, elle y a été moins forte que dans la palmeraie de Porto-Novo ; depuis 1952 ou 1953, suivant les stations, la température moyenne de la période de décembre à avril a baissé de 0,9° C dans les postes de Ouidah et de Niaouli, de 1,2° C à Bohicon et 1,3° C à Cotonou (voir graphique fig. 4).

d) L'examen des cartes pluviométriques montre qu'en général l'augmentation des pluies s'est aggravée vers l'est ; ceci peut indiquer que les foyers les plus importants se sont formés dans la région frontière et au Nigaria.

e) L'arrêt de l'extension des insectes vers le sud, aux environs de Porto-Novo, est dû à ce que la saison chaude de 1955 a été très nettement moins pluvieuse que celles de 1954 et 1956 ; il y a eu ainsi interruption dans la permanence des facteurs favorables.

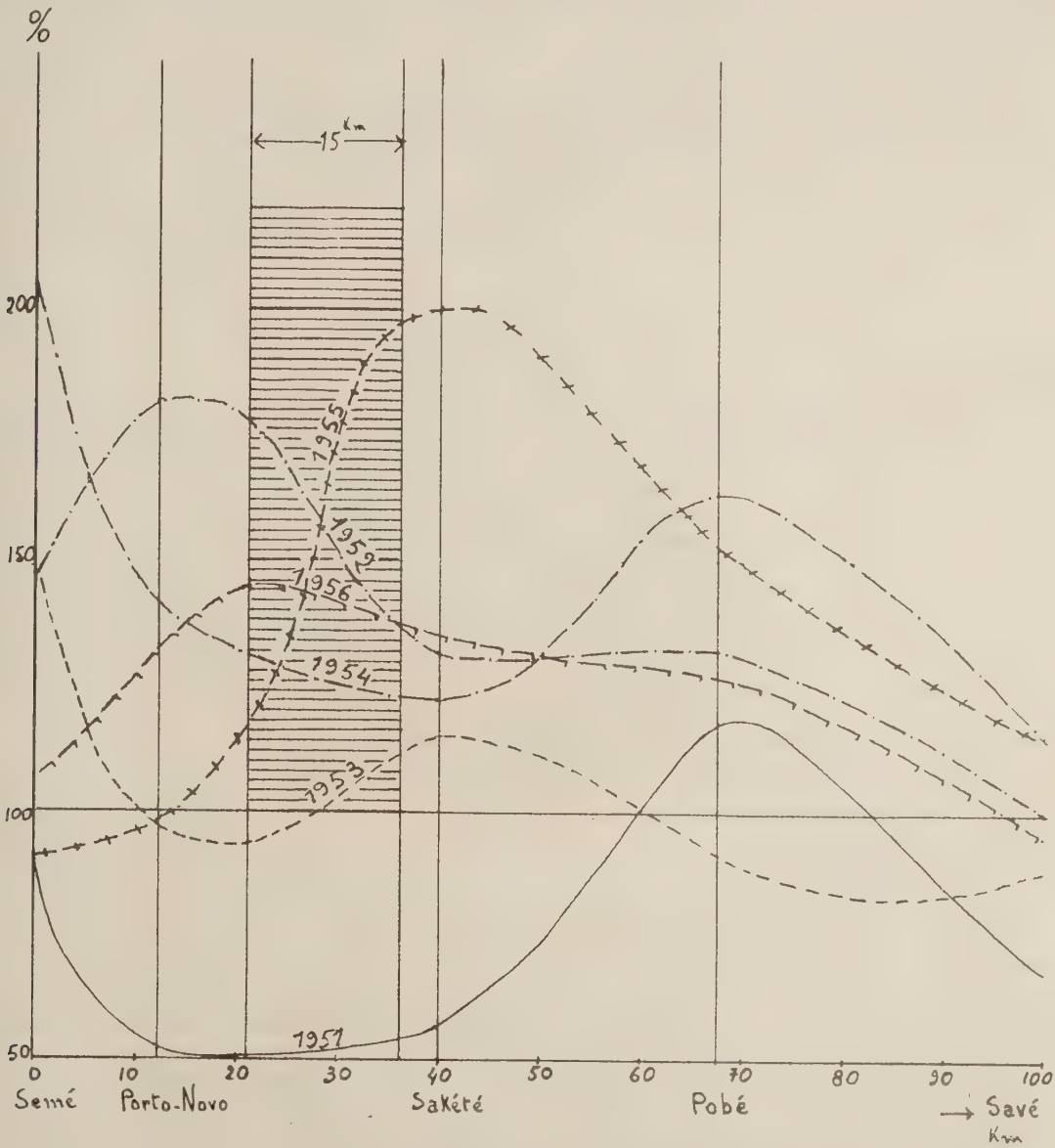


FIG. 8. Variations annuelles des pluies (de décembre à avril) de Semé à Savé ; en abscisses les distances kilométriques ; en ordonnées les pourcentages ; zone hachurée : zone de pullulation du *Coelaenomenodera*.

f) Bien que les conditions semblent favorables au nord de Sakété depuis 1954, l'extension du mal est lente et aucun foyer ne s'est déclaré ; nous pensons que, vers le nord, le climat continental, par ses températures extrêmes plus nettes (maxima entre autres) crée une limite. La région de Pobé est donc, vraisemblablement, en dehors de la zone de pullulation du *Coelaenomenodera*.

g) On peut se demander pourquoi il n'y a pas eu autrefois de pullulation dans la palmeraie, bien que, certainement, des accidents climatiques semblables à celui-ci se soient déjà produits. Les questions que nous avons posées aux vieux cultivateurs indiquent que, s'il y a eu quelque chose durant les vingt dernières années, ce n'est que très localement. Il y a donc une cause à cette absence de pullulation : ce sont sans doute les feux avec lesquels les Africains nettoyaient leurs jachères sous palmiers avant de les cultiver ; une légère augmentation de température suffit, en effet, pour tuer les larves.

h) Dans son étude du *Coelaenomenodera* en Gold Coast, COTTEREL explique les migrations des insectes par la répugnance des femelles à pondre dans des tissus déjà endommagés ; ceci peut expliquer, en effet, l'extension d'un foyer en tache d'huile, bien que ce soit sans doute le besoin d'une nourriture fraîche qui entraîne le déplacement des adultes : mais cette pression vitale n'est orientée que si

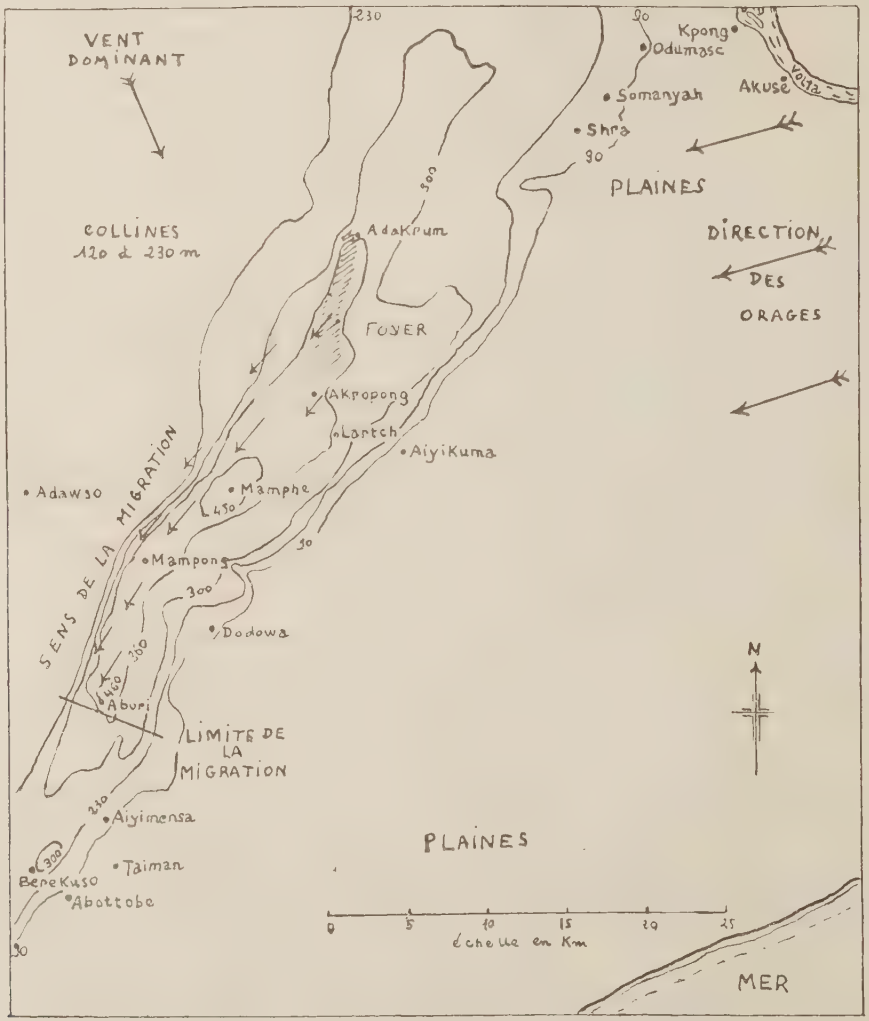


FIG. 9. Carte d'après COTTERELL ; pullulation et migration de *C. elaeidis* MLK dans l'Adwapin Ridge.

des facteurs extérieurs la dirigent. D'après la carte jointe au travail de COTTEREL (fig. 9) on peut voir que la migration des insectes a suivi une chaîne de collines orientée nord nord-est-sud sud-ouest dans des zones d'altitude supérieures à 300 m, évitant, à l'ouest, les plateaux d'altitude inférieure à 220 m

et à l'est les pentes descendant jusqu'à la plaine à 90 m où s'abattent les orages. Sur la carte, le déplacement semble donc être une résultante des vents dominants et d'un autre facteur qui tient à l'altitude. Cotterel explique la fin de la migration et de la pullulation au sud d'Aburi par une augmentation du parasitisme ; mais, outre qu'il semble difficile que le parasitisme ait une action aussi totale en une génération d'hôtes, le fait que la migration ait cessé en un lieu, dont l'altitude tombe au-dessous de 300 m, indique que ce facteur joue un rôle. Nous pensons, à la lumière des faits observés en Côte d'Ivoire et au Dahomey, que, des conditions favorables ayant été réunies dans la région nord de l'Akwapin Ridge, entre Adakrum et Akropong, la migration s'est étendue sous l'influence du vent et d'une certaine pression vitale à toutes les régions où les conditions étaient favorables ; elle s'est arrêtée dès qu'elles ont cessé de l'être, soit à cause d'une disposition géographique, soit à cause d'un changement climatique. Remarquons en effet, qu'en altitude les baisses de température sont plus sensibles qu'en plaine. Il ne faut, cependant, pas nier le rôle du parasitisme que les conditions ennemies du *Coelaenomenodera* ont peut-être favorisé.

LES PARASITES DE *COELAENOMENODERA ELAEIDIS*

Cotterell a recueilli cinq Eulophidae (déterminés par Waterston) : deux parasites d'œufs (*Closterocerus africanus* Wtstn., *Achrysocharis leptocerus* Wtstn.), deux parasites de larves (*Dimmockia aburiona* Wtstn., *Cotterellia podagrica* Wtstn.) et un hyperparasite des deux derniers (*Pleurotropis nigripes* Wtstn.).

D'après Cotterell, ce sont les deux premiers qui restreignent surtout l'expansion des *Coelaenomenodera*, les parasites des larves étant trop fortement parasités par *Pl. nigripes*.

Nous avons nous-même récolté à La Mé un certain nombre de parasites, dont l'étude est en cours et fera l'objet d'une autre publication.

Notons que Jover, après Cotterell, a signalé des champignons entomophages (appartenant au genre *Stilbella* Sydow, d'après Chevaugeon). Ils s'attaquent aux adultes, mais vraisemblablement trop tard après la ponte pour jouer un rôle dans l'équilibre biologique.

LA LUTTE CONTRE LE *COELAENOMENODERA*

Remarques préliminaires.

Inconvénients de l'élagage. — Un élagage systématique réduit la production pendant près de deux ans. Il reste à démontrer que la seule action du *Coelaenomenodera* est plus néfaste et il n'est pas certain qu'un changement de climat n'y mette pas prochainement fin.

Inefficacité relative des traitements insecticides sur les larves et grande efficacité sur les adultes.

L'utilisation du produit insecticide HCH à 2 % a donné de bons résultats contre les adultes à La Mé par pulvérisations à partir du sol (Jover H., *Oléagineux*, 5e année, nº 3, 1950 (mars), p. 158) ; mais son efficacité est douteuse contre les larves ; à plus forte raison en est-il de même avec des poudrages par avion. L'examen comparé des cartes montrant les « poches à *Coelaenomenodera* », dans la palmeraie de Porto-Novo et l'emplacement des pulvérisations par avion donne des résultats contradictoires. Il est vraisemblable que la régression des attaques au sud du canton de Banigbé et dans la région de Gbada est due à ces poudrages, leurs dates ayant correspondu approximativement à la sortie périodique des adultes ; mais, dans la région de Kouti et Loti, ils n'ont eu apparemment aucun résultat. D'ailleurs, nulle part nous n'avons trouvé, dans les galeries, de larves mortes en quantité suffisante pour conclure à l'efficacité du traitement. Les pulvérisations aériennes de HCH ne se justifient donc qu'au moment des envols d'adultes.

Il en est de même pour les traitements à partir du sol avec des appareils puissants, Swiss-atom ou Buffalo-turbine par exemple mais on peut trouver des produits relativement efficaces contre les larves.

Des essais préliminaires * faits à La Mé montrent une grande différence d'action suivant les insecticides employés. Les produits suivants, sous forme d'émulsions pulvérisées, n'ont donné aucun résultat :

Rhodiaphène (Toxaphène, 75 g MA/hl, 3.000 l/ha) environ.
Véraline (Malathion + huile de paraffine, 50 g MA/hl, 2.500 l/ha).
Zithiol (Malathion, 50 g MA/hl, 1.500 l/ha).
Gusathion (20 g MA/hl, 2.500 l/ha).

Le Dieldrex (dieldrine + huile + tenax : 1 l pour 6 l) en atomisation a été inactif contre les jeunes larves et les nymphes et très peu actif contre les larves de taille moyenne et les larves âgées.

La Feldrine (Endrine 20 g MA/hl, 3.000 l/ha) en émulsion ne semble active que contre les jeunes larves (un tiers de mortalité).

Le Gusathion CE 20 (40 g MA/hl, 2.500 l/ha) en émulsion est très peu actif sur les larves moyennes, âgées et les nymphes.

Le Diazinon (20 g MA/hl, 3.000 l/ha) en émulsion est très moyennement actif contre les larves de taille moyenne (un quart de mortalité).

Le Didicide 25 (DDT 50 g MA/hl, 3.000 l/ha) en émulsion est moyennement actif contre les larves d'âge moyen (un tiers de mortalité) et peu actif contre les larves âgées.

Le Paraphène 10 (Parathion 20 g MA/hl, 3.000 l/ha) en pulvérisations est moyennement actif contre les nymphes, les larves âgées et celles de taille moyenne (20 à 30 % de mortalité).

La Typholine B_3 (Parathion + huile blanche 15 g MA/hl, 2.000 l/ha) est moyennement active contre les larves moyennes et les nymphes (25 à 30 % de mortalité) et peu active contre les larves jeunes et âgées.

Le Lindex huileux, enfin (Lindane + huile végétale) en faible concentration (12 g MA/hl, 2.000 l/ha) est actif contre les larves d'âge moyen (50 % de mortalité) ; en forte concentration (24 g MA/hl, 3.000 l/ha), il est actif sur tous les stades larvaires (30 à 50 % de mortalité) et sur les nymphes (20 % de mortalité).

Possibilité de prévoir les éclosions massives d'adultes.

La durée du cycle étant connue, et, malgré la superposition des générations, les sorties d'adultes étant plus importantes à certaines époques, il est possible de fixer ces « pointes » de population en adultes et, par conséquent, la date des traitements. Ces pointes sont moins marquées en saison des pluies ; il est donc préférable de les traiter en saison non pluvieuse, d'autant plus, qu'à ce moment l'action des insecticides sera d'autant plus forte que les pluies le sont moins.

Possibilité de prévoir les époques de pullulation.

La surveillance des conditions météorologiques et du sens de leurs variations permet de déterminer le lieu et l'époque possible de pullulations éventuelles.

Le problème est différent suivant qu'il s'agit de plantations ou de zones de végétation naturelle.

Traitements en plantation.

Surveillance de l'état entomosanitaire de la plantation

Elle consiste en un contrôle des conditions météorologiques, surtout en dehors des périodes de pullulation, et de la variation de l'infestation durant leur développement. Cette dernière est donnée, à La Mé, par des prélèvements de folioles effectués régulièrement par des Africains dans les différentes parcelles. Ceci permet de préciser la date des traitements et de délimiter les taches.

* Ces essais préliminaires ont été faits avec la collaboration de M. Houillier, phytopharmacien de l'Orstom, sur la plantation de l'Irho à La Mé.

Traitements insecticides

L'utilisation de l'avion, ou mieux de l'hélicoptère, donne de bons résultats contre les adultes ; mais nous doutons que l'opération soit rentable, étant donnée la localisation des taches et l'inutilité de pulvériser là où la concentration des *Coelaenomenodera* correspond à l'état d'endémie. C'est pourquoi nous avons conseillé l'emploi d'appareils terrestres puissants, Swiss-atom, Buffalo-turbine ou Pulsavia, tractés au sol (Phot. VI).

Des traitements faits à La Mé avec les deux premiers appareils ont été très efficaces. Le produit employé était du Dieldrex 20 à la dose de 0,5 % dans l'eau, projeté par un appareil circulant à vitesse constante dans les lignes, la durée de la pulvérisation étant de treize à vingt-sept minutes par hectare, suivant les parcelles. Sous des arbres tests, nous avons récolté, suivant les taches, de quatre-vingt-neuf à cinq cent quarante adultes par palmier. Ces essais ont été faits par le Service de la Défense des Cultures de Côte d'Ivoire. Parmi les autres Arthropodes (insectes et araignées) tués et que nous avons récoltés, les deux tiers sont des insectes phytophages sans danger pour le palmier (sauf, peut-être, en cas de pullulation excessive, d'autres Hispines inféodées à l'*Elaeis* comme le *Gillenharius palmarum*) et un tiers sont des prédateurs et des parasites. Dans les zones en état endémique, des traitements insecticides, outre leur inutilité, causent la destruction indésirable d'Arthropodes utiles.

Traitements en zone de végétation naturelle

C'est le cas de la palmeraie de Porto-Novo.

Examen des conditions dans lesquelles la lutte pouvait être envisagée en novembre 1956.

La palmeraie atteinte est très étendue : 80.000 hectares.

On estime à plus de six millions le nombre d'arbres malades.

L'hétérogénéité du peuplement en densité et âge des arbres est très marquée : non seulement la densité décroît, en gros du sud au nord, de plus de cent cinquante palmiers à l'hectare à une palmeraie très clairsemée, mais nulle part elle ne présente l'aspect ordonné d'une plantation ; la densité varie dans de grandes mesures entre deux localités voisines ; on y rencontre des palmiers de tous âges, donc de toutes tailles.

L'espace sous palmeraie est très diversement occupé ; on y trouve des cultures vivrières d'autant plus nombreuses qu'on se rapproche de Porto-Novo : maïs, manioc, arachide, patate. On y trouve également des jachères plus ou moins arbustives, des zones non débroussées et des recrûs forestiers.

L'eau est rare partout.

Ces points permettent d'éliminer un certain nombre de possibilités du point de vue de la lutte.

a) Il est impossible d'obtenir l'élagage de tous les arbres et la destruction des palmes coupées. Si l'on admet que trois mille grimpeurs, à raison de cinq palmiers par jour, travaillent sans arrêt, il faudrait plus d'un an pour nettoyer la zone contaminée.

b) Il est impossible de traiter efficacement toute la palmeraie avec des insecticides, autant pour réduire les zones d'extension que pour protéger celles peu ou pas atteintes.

Le traitement par avion doit être fait le plus près possible des arbres (la marge d'altitude rentable est très réduite) ; mais l'hétérogénéité des plantations s'y oppose. L'hélicoptère serait sans doute plus efficient.

Au cas où un traitement efficace, englobant toute la palmeraie, serait possible, nous ne pourrions assurer qu'il n'y aurait aucune conséquence néfaste ultérieure pour le palmier et les plantes cultivées sous palmeraie : un autre déséquilibre, purement biocénotique, entraînant la pullulation d'un insecte ravageur résistant à l'insecticide employé, libéré de la sujétion de ses parasites ou prédateurs qui seraient détruits. On peut admettre qu'un traitement, généralisé dans une zone d'au plus quelques milliers d'hectares, située au milieu d'une nature inchangée, peut recouvrer à son contact un équilibre biologique ; mais cela semble difficile dans une région de plus de 80.000 hectares, limitée au sud par la mer, à l'ouest par une zone marécageuse et au nord par la savane.

Les traitements au sol rencontrent les mêmes obstacles que les traitements par avion : surface considérable et nombre énorme de palmiers, ainsi que risque d'entraîner d'autres déséquilibres biolo-

giques, s'ils pouvaient être appliqués partout. D'autre part, la présence des cultures sous palmeraie s'oppose à tout moyen de transport automobile des appareils et les zones en jachère sont souvent impénétrables. De plus, le manque d'eau empêche l'emploi de tout insecticide en solution ou en suspension dans de grandes quantités de liquide.

Le problème ainsi posé, nous envisageons deux séries de mesures pour le résoudre : celles à appliquer dès maintenant et celles à prévoir ultérieurement afin d'empêcher le retour de pareilles épiphyties.

Traitements insecticides et soins culturaux.

L'emploi de HCH en poudre, ou de Dieldrex aqueux, par avion ou hélicoptère, doit être subordonné à une surveillance des éclosions d'adultes. L'emploi d'autres insecticides ne peut être envisagé qu'après des essais limités.

Des traitements au sol, le long des pistes, pourraient permettre de couvrir la palmeraie d'un réseau de barrages qui atténueraient, sinon arrêteraient l'extension des poches à *Coelaenomenodera*. Des engins puissants (Swiss-atom, Buffalo-turbine, Pulsavia) peuvent être utilisés, leur jet étant soigneusement dirigé de bas en haut sur la couronne des palmiers pris individuellement. Contre les adultes HCH et Dieldrex sont efficaces.

Contre les larves, les essais faits jusqu'à présent, avec de nombreux insecticides, ne sont pas suffisamment concluants pour qu'on puisse en conseiller la vulgarisation.

En ce qui concerne les soins culturaux, il serait bon d'obtenir des cultivateurs qu'ils détruisent les palmes coupées, pour atteindre les régimes, au moment de la récolte. Le meilleur moyen est le brûlage immédiat des folioles ; comme elles sont souvent encore vertes, nous insistons sur le fait que seule une élévation de température sans combustion complète peut tuer les larves ; au cours de l'un de nos prélèvements des folioles ont été conservées au soleil en paquets serrés : toutes les larves ont été tuées.

Rappelons que le brûlage de la végétation au-dessous des palmiers, tout en étant nuisible à d'autres égards, serait un facteur important dans la lutte contre le *Coelaenomenodera*.

Mise en place d'un réseau de surveillance.

Il est indispensable de suivre l'évolution de la situation dans la palmeraie de Porto-Novo et dans le reste du Bas-Dahomey, pour parer à toute éventualité et ne pas traiter au hasard.

Nous pensons qu'il y aurait intérêt à connaître exactement l'incidence des dégâts, causés par le *Coelaenomenodera* sur la production de la palmeraie, par le calcul périodique du poids moyen du régime et, le cas échéant, le rendement en huile en quelques points de collecte situés aussi bien dans les zones atteintes que dans les zones indemnes.

Le contrôle de la pullulation du *Coelaenomenodera* doit être lié à la surveillance des données climatiques, aussi bien en périodes critiques qu'en période d'endémie. Mais la densité des postes météorologiques dans les zones à surveiller est trop faible et doit être augmentée.

Nous remercions vivement, au Dahomey, le Service de Rénovation de la Palmeraie et la direction de l'usine d'Avrankou et, en Côte d'Ivoire, le Service de la Défense des Cultures et la direction de la plantation de La Mé (I R H O) qui ont eu l'obligeance de mettre à notre disposition d'importants moyens de travail.

Institut d'Enseignement et de Recherches Tropicales, Adiopodoumé,
septembre 1957.

RÉSUMÉ. — *Depuis* 1909, *des pullulations accidentelles, mais peu nocives, de* Coelaenomenodera elaeidis *sur palmier à huile sont signalées dans la zone guinéenne ; celles qui se développent actuellement, au Dahomey et à La Mé en Côte d'Ivoire, sont graves.*

Cet insecte, endémique dans toute la zone du palmier, pullule quand la température des mois les plus chauds tombe au-dessous de la moyenne pendant plusieurs années consécutives. A l'état endémique, on

trouve cinq à dix adultes par arbre ; en zone de pullulation, ce nombre est supérieur à cinq cents et doit largement le dépasser au Dahomey où l'on trouve, dans certains endroits, huit cents larves par palme.

Les adultes font des dégâts relativement faibles ; les larves mineuses détruisent de grandes surfaces foliaires entraînant une baisse de la production.

Les pullulations anormales, leurs limites géographiques, les sorties massives d'adultes sont prévisibles à l'examen des données météorologiques.

Les traitements insecticides aériens ou à partir du sol (HCH, poudre ou Dieldrex aqueux) sont efficaces contre les adultes mais sans effet sur les larves. Une lutte rationnelle doit être accompagnée de contrôle permettant de fixer les dates d'éclosion des adultes et de limiter les zones d'extension. Il faut poursuivre l'étude des moyens de lutte contre les larves, multiplier les postes météorologiques et en rassembler les renseignements.

SUMMARY. — *Since* 1909 *casual but not very harmful infestations of* Coelaenomenodera elaeidis *on oil palm-tree have been reported in the Guinea area ; the infestations developing at present in Dahomey and at La Mé (Ivory Coast) are serious ones.*

This insect, endemic in the whole palm-tree belt, swarms when the temperature of the warmest months falls down under the average for several consecutive years. At the endemic stage, from five to ten insects per tree can be found ; in the areas of swarming this number is superior to five hundred and even exceeds it in Dahomey where eight hundred larvae per palm are found in some areas.

The damage of the adults are comparatively small. The boring larvae destroy large surfaces of the leaves ; this produces a decrease in yield.

Anormal swarmings, their geographical bounds, mass outbreaks of adults can be predicted from meteorological data.

Insecticide treatments from the air or from the soil (BHC powder or aqueous Dieldrex) control adults but not larvae.

A rational control should go with supervision allowing to fix the dates of adult-outbreaks and to limitate the swarming areas. The study of the means of control of larvae should be carried on meteorological stations multiplied and data gathered.

RESUMEN. — *Desde el año* 1909 *pululaciones ocasionales, pero no nocivas de* Coelaenomenodera elaeidis *sobre palmera aceitera, se señalan en la zona guineana ; las que hoy día están desarrollándose, en Dahomey y en La Mé en Costa de Marfil, son graves.*

Este insecto, endémico en toda la zona de la palmera, pulula cuando la temperatura de los meses más cálidos se vuelve inferior a la temperatura media durante varios años consecutivos. En estado endémico se hallan cinco-diez adultos en cada árbol ; en zona de pululación ese número es superior y alcanza quinientos adultos ; hay aun más insectos en Dahomey, donde se hallan en ciertos lugares ochocientas larvas sobre cada palma.

Los daños de los adultos son relativamente poco importantes ; las larvas minadoras destruyen áreas foliares extensas, lo que provoca una disminución de la producción.

Examinando los datos meteorológicos pueden preverse las pululaciones anormales, sus límites geográficos, las emergencias importantes de adultos.

Las aplicaciones aéreas o terrestres de insecticidas (BHC en polvo o Dieldrex en agua) controlan eficazmente los adultos pero no las larvas. No sólo se necesita un control racional sino que deben fijarse las datas de emergencia de los adultos y limitar las zonas de extensión. También es preciso seguir estudiando los medios de control de las larvas, multiplicar las estaciones meteorológicas y agrupar los datos obtenidos.

Bibliographie

Cotterell (G. S.). — Report of the Entomological Division. *Gold Coast Rept. Agric. Dept.*, 1924-1925, p. 24-6, Accra, 1925.

— The Hispid Leaf-Miner (*Coelaenomenodera elaeidis* Maul.) of Oil Palms (*Elaeis guineensis*, Jacq.) on the Gold Coast. *Bull. Ent. Res.*, XVI, pt. I, p. 77-83, 5 fig., London, July 1925.

Hargreaves (E.). — Some Insect Pests of Sierra Leone. *Proc. Ist W. Afr. Conf.* Ibadan, Nigeria, March 1927, p. 113-28, Lagos, 1927.

— Report on the Entomological Section. *Sierra Leone Ann. Rept. Lands and Forests Dept.*, 1925, p. 16-8, Freetown, 1926.

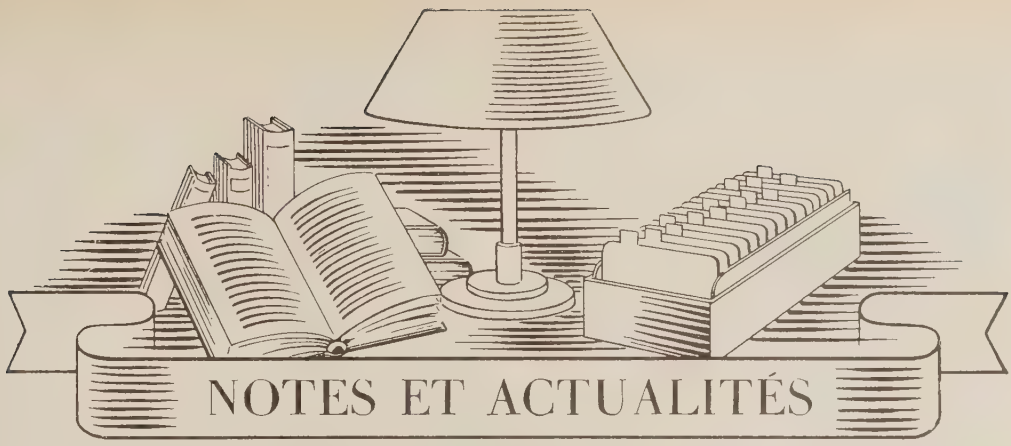
JOVER (H.). Note technique sur la lutte contre *Coelaenomenodera* sp. parasite des palmiers à huile à La Mé. *Oléagineux*, 5e année, nº 3, p. 156-60, mars 1950.
LEPESME (P.). Les insectes des palmiers, p. 552-4. Paris, 1947.
MAULIK (S.). — A New Hispid Beetle Injurious to the Oil Palm in the Gold Coast. *Bull. Ent. Res.*, X, pt. 2, p. 171-4, London, January 1920.
PATTERSON (W. H.). — Report of the Entomologist. *Gold Coast Rept. Agric. Dept.*, 1918, Accra, 1919, p. 20-1.
— Report of the Entomologist. *Gold Coast Rept. Agric. Dept.* ; 1919, Accra, 1920, p. 17-20.
— Report of the Entomologist. *Gold Coast Rept. Agric. Dept.*, 1921, Accra, 1922, p. 27-30.
— Report of the Entomologist. *Gold Coast Rept. Agric. Dept.*, January 1922, March 1923, Accra, 1923, p. 21-2.
WATERSTON (J.). — On some Eulophid Parasites (Hym., Chalcidoidea) of the Oil Palm Hispid Beetle. *Bull. Ent. Res.*, XV, pt. 4, p. 385-95, London, April 1925.

Moutons, Porcs, Bovins,
en **TOUTE SÉCURITÉ** dans
vos prairies comme à l'**ÉTABLE**
et à l'abri des chiens errants.

Protection des plantations

Grillages Modernes

URSUS
17, Rue du Colisée
Tél. ELY. 89-11



UN EXEMPLE DE COMMUNAUTÉ RURALE MODERNISÉE. LA CULTURE EN ASSOCIATION

Introduction

Dans l'ensemble du monde tropical les efforts faits pour élever le niveau de vie tendent à la création de communautés rurales modernisées. Ce cadre collectif permet, en effet, d'introduire des moyens modernes de production sans bouleverser les habitudes traditionnelles des paysans.

C'est dans cet esprit que la CGOT * a été conduite, dès 1952, à créer des *unités de culture en association*, au sein desquelles sont intimement associés d'une part, des éléments « modernisateurs » et d'autre part, une collectivité paysanne.

Ces unités fonctionnent en Casamance (sud du Sénégal) et, depuis cette année, dans la vallée du Niari en A. É. F., ainsi qu'à Madagascar.

La présente brochure décrit particulièrement le fonctionnement des unités de Casamance :

les données de base du problème agricole,
les principes de la culture en association,
les résultats obtenus en 1956,

qui montrent les rendements atteints (4.845 kg d'arachide par famille) et le profit net obtenu (72.000 fr CFA par famille). On remarquera que, sur trois cent cinquante familles, une trentaine ont dépassé un revenu net de 100.000 fr CFA.

Nous insistons sur le fait que le progrès social et humain ne résulte pas seulement de cette élévation du revenu net, mais également des conditions de vie en communautés modernisées.

I. — LES DONNÉES DE BASE DU PROBLÈME

On sait que la politique de modernisation des pays sous-équipés doit en priorité rechercher l'accroissement de la productivité agricole. En A. O. F. par exemple, 97 % de la population est paysanne, et il est évident que l'élévation des niveaux de vie ne peut résulter que de l'accroissement de la production agricole de chaque paysan. Mais cet objectif se heurte aux difficultés bien connues des tropiques : fragilité des sols menacés par l'érosion, épuisement rapide de la fertilité, difficulté d'accroître la surface cultivable par individu, menace des herbes et des insectes, difficulté du travail manuel, malnutrition des individus, coût des transports etc...

La CGOT, chargée de rechercher les méthodes permettant d'élever la productivité des cultures oléagineuses, — s'est donc efforcée de mettre au point des méthodes de culture nouvelles permettant d'élever la productivité des paysans, tout en maintenant ou en accroissant la fertilité des sols.

Après avoir tenté de créer de grandes exploitations entièrement mécanisées pour la culture de l'arachide, elle a dû reconnaître que ce système, trop lourd en investissements, n'était pour le moment possible que dans des cas exceptionnels comme dans la vallée du Niari, par exemple, au Moyen-Congo.

Cependant les efforts faits au profit d'une mécanisation intégrale de la culture de l'arachide furent très loin d'être vains. Ils permirent de mettre au point, au Sénégal, **la technique de l'engrais vert** qui assure la reconstitution de l'humus. Ils permirent également, dans la recherche d'un assolement économique, de découvrir, comme assolement de l'arachide, la **culture du riz en sec**, qui peut présenter un intérêt considérable pour les zones tropicales où la pluviométrie est d'environ 1.300 mm.

Enfin ce sont ces efforts, poursuivis de 1949 à aujourd'hui, qui nous ont permis de mettre au point un système de Communauté Rurale semi-mécanisée, dans laquelle le paysan africain profite de la technique moderne, et voit son niveau de vie s'améliorer, nous l'avons appelé : la culture en association.

* Compagnie Générale des Oléagineux Tropicaux, Société d'Economie Mixte, fondée dans le cadre de la Loi du 30 avril 1946 sur le Plan d'Equipement de la France d'Outre-Mer, pour développer la production d'oléagineux en Afrique.

Enfouissement du mil-engrais-vert en Casamance.

Soixante-dix tonnes de matières vertes sont enfouies, à l'hectare, pour constituer l'humus des trois années à venir.

II. — LA CULTURE EN ASSOCIATION

La culture en association est pratiquée sur des unités de culture de 1.500 hectares.

Deux partenaires sont associés :

D'une part une entreprise mécanisée * responsable de la conduite technique et administrative. Elle dispose de cinq tracteurs de 30 à 40 CV, et du matériel agricole correspondant.

D'autre part l'ensemble des familles paysannes, environ deux cent cinquante chefs de familles, soit sept cents à huit cents personnes. Chaque famille reçoit un lot de 6 hectares.

Le principe de la répartition des tâches dans la communauté est le suivant :

Les tracteurs effectuent tous les travaux collectifs que l'homme ne peut pas faire lui-même, à savoir :

- les labours sur l'ensemble de la surface, en juin,
- l'enfouissement de l'engrais vert sur le quart de la surface, en septembre,
- l'épandage des engrais chimiques.

Par contre, le paysan effectue lui-même, avec sa famille, tout ce qu'il peut faire aisément sur la surface qui lui est confiée : 3 ha d'arachides et 1,5 ha de céréales.

C'est dire que le paysan fait lui-même :

- les semis en juin-juillet,
- le désherbage de juillet à octobre,
- l'arrachage en octobre-novembre,
- les battages.

Cette répartition des tâches permet :

- de limiter au maximum les frais d'investissement et de machinisme (cinq tracteurs pour deux cent cinquante familles).
- d'exécuter cependant les travaux fondamentaux qui assurent le maintien de la fertilité des sols (engrais vert, engrais chimique, cultures en courbes de niveau si nécessaire, rotations systématiques ...)
- d'appliquer une méthode judicieuse d'assolement,
- d'accroître la surface cultivable par individu,
- d'accroître les rendements à l'hectare,
- et, par conséquent, d'élever sensiblement la productivité de l'individu, en jouant à la fois sur surfaces et rendements.

En outre cette répartition a l'avantage considérable de laisser à la famille associée son autonomie complète sur son lot. Placer la semence dans le sol est presque une opération rituelle, opération qui donne à l'homme le sens de sa responsabilité sur la récolte finale. L'homme, qui a semé et qui récoltera ce qu'il a semé, apportera le maximum de soins à sa culture, au désherbage, au binage.

On peut donc dire que l'Unité de Culture en Association permet de conjuguer deux séries de forces maîtresses :

- les forces collectives,
- les forces individuelles.

* Aujourd'hui la CGOT, plus tard une Coopérative.

Les forces collectives qui jouent au profit de l'unité sont :

- la direction technique unique (conseils agricoles),
- l'utilisation d'un parc de tracteurs,
- la commercialisation des récoltes,
- les services communautaires élevant le niveau de vie sociale : contrôle médical, éducation de base, coopératives de vivres qui permettent aux familles de disposer en permanence des rations alimentaires suffisantes, possibilité d'amélioration de l'habitat grâce à la stabilisation des villages, puits, pompage, jardin.

Mais en même temps, les forces individuelles ont libre cours à l'intérieur de ce cadre collectif : le paysan est libre sur son lot de cultures. Il est libre de semer à sa guise, de désherber, de biner, de récolter à sa volonté. Si sa récolte est bonne il gagne de l'argent. Si sa récolte est mauvaise il en a toute la responsabilité.

III. — LES RÉSULTATS DE LA CULTURE EN ASSOCIATION AU SÉNÉGAL

Au Sénégal, la culture en association est pratiquée dans le sud, en Casamance, à 11 km au nord de la petite ville de Sédhiou. Dans cette région la pluviométrie atteint 1.200 à 1.400 mm par an, répartie de juin à octobre.

L'unité de culture en association s'étend sur 2.040 hectares et comprend un effectif de trois cent cinquante familles, soit neuf cents personnes.

En 1956, cette unité effectuait sa quatrième campagne agricole, la progression ayant été la suivante :

1953 :	50 associés sur	200 ha
1954 :	78 associés sur	332 ha
1955 :	245 associés sur	1.298 ha
1956 :	350 associés sur	2.040 ha

Ces paysans associés habitent dans huit villages, construits par leurs soins, en bordure des terrains de culture.

Chaque village gère une coopérative, approvisionnée par la CGOT et chargée de distribuer des vivres de base au cours de la saison de culture. Les avances consistent principalement en viande, riz, huile, sucre, savon et aliments complets (farine d'arachide et de poisson). Elles permettent d'assurer à tous les habitants une alimentation régulière et équilibrée tout au long de l'année, ce qui est une exception en Afrique.

Chaque famille reçoit un lot de 6 ha. Ces lots, comme le montre le dessin en perspective ci-après, sont disposés en lignes qui permettent le travail rationnel des tracteurs.

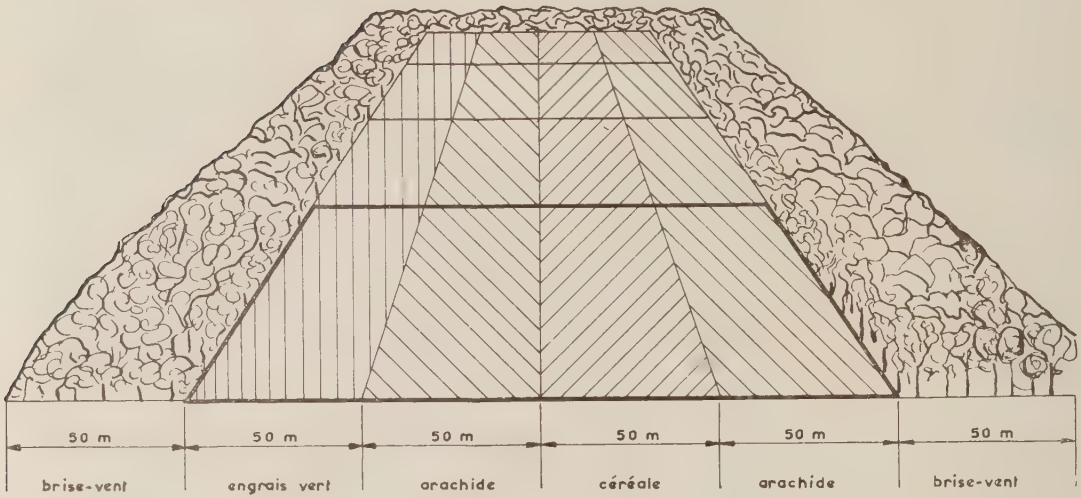
Chaque lot comprend :

- deux parcelles de 1,5 ha d'arachide.
- une parcelle de 1,5 ha de céréales,
- une parcelle de 1,5 ha d'engrais vert.

Grâce à l'intervention des tracteurs chaque paysan dispose donc de 4,5 ha de terres productives, c'est-à-dire une surface sensiblement plus grande que celle qu'il cultive traditionnellement.

La rotation des cultures d'une année sur l'autre est telle que, sur chaque parcelle, les cultures se

LA CULTURE EN ASSOCIATION EN CASAMANCE



suivent dans l'ordre : engrais vert - arachide céréale — arachide c'est-à-dire un assolement rationnel : Légumineuse-Graminée.

La répartition des travaux agricoles s'effectue dans l'ordre suivant :

	Par l'Unité Mécanique	Par le paysan et sa famille
Après les premières pluies : en juin	Labour général Epandage engrais Semis de l'engrais vert	Préparation des semences
Juin-juillet		Semis
Août-septembre	Enfouissement engrais vert	Désherbage
Octobre-novembre		Arrachage
Décembre-janvier		Battage
Février-mars	Commercialisation Transport des récoltes	

Les résultats obtenus ont atteint (rendements arachide) :

1953 : 1.690 kg/ha
1954 : 1.423 kg/ha
1955 : 1.228 kg/ha
1956 : 1.615 kg/ha

Mais il est surtout intéressant de voir comment se répartissent ces rendements sur des terres soumises à une culture intensive depuis cinq ou six ans selon les parcelles. Le graphique ci-après montre en effet que, en 1956 :

cent dix-huit associés, soit le tiers de l'effectif, ont obtenu un rendement supérieur à 1.800 kg/ha, soit une production de 5.400 kg par famille,

soixante-deux associés ont obtenu un rendement supérieur à 2.000 kg/ha soit une production de 6.000 kg par famille, et ceci sans engrais chimique.

On peut espérer que, chaque année, les moins bons producteurs amélioreront progressivement leurs rendements en s'adaptant mieux aux nouvelles méthodes de culture.

Le revenu des associés a atteint des chiffres particulièrement intéressants. Le revenu moyen peut s'établir ainsi :

Recettes :

Arachides :

3 ha × 1.615 kg/ha × 19 fr/kg. . = 92.000 fr.

Céréales :

1,35 × 561 kg/ha × 18 fr/kg . . = 13.700 fr.

105.700 fr.

Dépenses :

Redevances : 1.310 kg × 19 fr/kg. = 24.900 fr.
Remboursement semence :
426 kg × 19 fr/kg . . . . . = 8.100 fr.

33.000 fr.

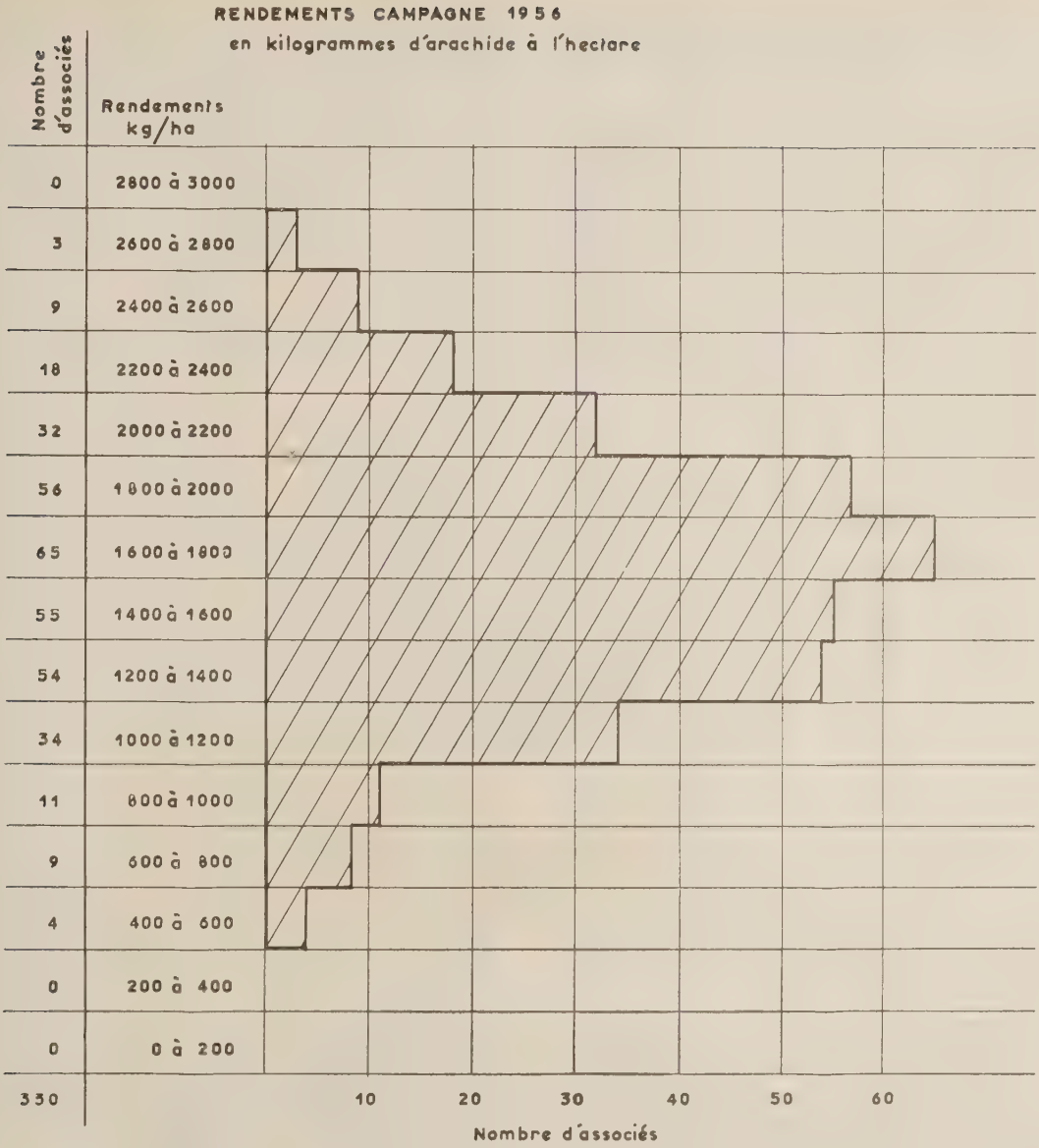
Revenu moyen pour 1956. . . . . 72.700 fr.

Il faut remarquer que plusieurs familles, une trentaine environ, ont dépassé le chiffre de 100.000 fr CFA de revenu net.

Cette élévation du revenu moyen a pour conséquences :

une élévation du train de vie de nos associés, qui s'est traduite par l'achat de bicyclettes et de machines à coudre.

le développement d'un certain sens de l'épargne, quelques-uns de nos associés ayant déposé en caisse d'épargne des sommes dont le total s'est élevé à 250.000 fr CFA,



l'afflux de nouveaux candidats pour la campagne 1957.

En réalité l'amélioration du niveau de vie ne se mesure pas seulement à l'accroissement de la recette financière de la famille. Elle résulte plus encore de la vie en communautés modernisées, car elles mettent ou pourront mettre à la disposition de ces paysans :

un puits cimenté dans chaque village (possibilité d'éoliennes),

une coopérative de vivres permettant l'amélioration essentielle de la nutrition en qualité et en quantité,

visites médicales et éducation de base,

encadrement technique, conseils dans tous les domaines de la vie quotidienne,

amélioration de l'habitat,

présence et exemple d'un chef de communauté qui incitent au progrès dans tous les domaines de la vie sociale,

organisation de l'épargne,

organisation des loisirs,

développement possible des activités de saison sèche, ce qui permettrait d'améliorer la productivité annuelle de la famille : jardins potagers arrosés, élevage (bovins et petit élevage), arbres fruitiers, artisanat (atelier de village).

IV. - LA CULTURE EN ASSOCIATION DANS LA VALLÉE DU NIARI (A.E.F.) ET A MADAGASCAR

Depuis trois ans nous avons cherché à introduire la culture en association dans la **vallée du Niari**. L'absence de plante d'assolement, l'existence de deux cycles de pluies, les difficultés particulières de la région, nous ont conduit à expérimenter la formule avec les ouvriers de notre exploitation mécanisée, sur des parcelles réduites. Les résultats ont été d'emblée très favorables.

L'assolement : arachide – culture vivrière est pratiqué en faisant intervenir le manioc et l'igname. L'élevage des bovins sera ultérieurement intégré au cycle de cultures par une jachère-pâturage.

C'est dans ces conditions qu'en liaison avec le Gouvernement local nous avons, en 1956, engagé l'installation d'un paysannat de culture en association à Kitaka, près de Loudima.

Nous ne pouvons pas donner des résultats complets sur cette première année, qui n'est pas encore terminée. Nous pouvons dire cependant que la formule a été favorablement accueillie par les paysans, pourtant si différents de ceux de Casamance.

A **Madagascar**, c'est près de Manja, Province de Tuléar, qu'a été créée une unité de culture associée. Là également des essais préalables ont été engagés qui ont donné des résultats intéressants. En fin 1957 nous pourrons donner le compte-rendu d'une première année de fonctionnement.

Le Gouvernement de Madagascar vient de nous charger d'une mission de prospection dans l'ensemble de l'île pour y développer le mode de culture en association.

* * *

V. - CONCLUSION

En conclusion, nous estimons que le système de culture en association constitue, sur le plan de la technique d'exploitation, un cadre communautaire intéressant pour les milieux ruraux africains.

Il permet d'associer étroitement le paysan et l'organisme « modernisateur » qui apporte les moyens mécaniques et les méthodes nouvelles. Le paysan, de son côté, conserve sa liberté de paysan sur son lot, et son effort est récompensé directement par un gain plus élevé.

Nous pensons que ce type d'exploitation est applicable dans de nombreuses régions d'Afrique, sous réserve que soient réunies les conditions suivantes :

Terres de culture plates, c'est-à-dire ayant une pente inférieure à 2 %. Au-delà de ce chiffre il faut envisager les cultures en contours avec le système de tie-ridging.

Terres relativement légères permettant la culture de l'arachide, cette Légumineuse apportant ses avantages dans la rotation des cultures.

Pluviométrie supérieure à 900 mm, répartie sur quatre mois. Si la pluviométrie dépasse 1.300 mm, il est possible d'envisager la culture du riz non irrigué en assolement avec l'arachide.

Annexe I

Résultats financiers de la campagne 1956 en Casamance

Les dépenses et recettes de la CGOT pour la culture en association ont été, pour la campagne 1956 (1er avril 1956 au 30 mars 1957) :

Dépenses de trésorerie :

Personnel européen ..	2.569.000 fr	
Personnel africain	2.605.000 fr	
Carburants	2.342.000 fr	
Pièces de rechange ..	2.777.000 fr	
Semences.....	2.534.000 fr	
Ateliers	1.820.000 fr	
Frais divers	2.309.000 fr	
		16.956.000 fr CFA

Recettes :

Redevances.....	8.640.000 fr	
Remboursement semences.....	2.850.000 fr	
Collecte et conditionnement arachides.....	5.930.000 fr	
		17.420.000 fr CFA
Boni de trésorerie.....		464.000 fr CFA

Nous avons par conséquent atteint notre équilibre de trésorerie, mais pour atteindre notre équilibre financier (c'est-à-dire couvrir nos amortissements) nous devons prévoir l'augmentation de la redevance qui passera en 1957 à 450 kg/ha contre 320 kg/ha en 1956.

Annexe II

L'introduction du riz en culture sèche

En 1957 nous allons essayer en Casamance d'introduire la culture du riz en sec dans le dispositif de culture en association. Des bandes de riz remplaceront en partie des bandes de mil.

Depuis 1952, en effet, la CGOT a cherché à introduire dans l'assolement de l'arachide une céréale plus productive que le mil. Elle a obtenu avec le riz cultivé en sec (c'est-à-dire sans irrigation) des rendements allant de 13 à 18 quintaux à l'hectare, la rentabilité financière s'établissant autour de 15 à 16 q/ha environ, contre 33 environ en culture irriguée.

Cette pratique du riz en sec est suivie au Vénézuéla et aux Philippines. L'intérêt de notre essai est d'avoir mis le riz en rotation avec l'arachide qui représente, pour le riz qui la suit, le double avantage d'être une Légumineuse (apport d'azote) et d'être une plante sarclée (destruction des herbes qui envahissent les champs au Vénézuéla).

Nos essais, contrôlés par la Station de Recherche de Séfa, montrent que le riz est bien complémentaire de l'arachide sur le plan des assolements.

Il présente évidemment un intérêt économique et social considérable puisqu'il se généralise comme nourriture de base de l'ensemble de la population.

D'après une brochure de la CGOT.

RÉSUMÉ. *La Compagnie Générale des Oléagineux Tropicaux a tenté, en Casamance, au Sénégal, d'associer au travail du paysan l'appoint d'une culture partiellement mécanisée et un encadrement agricole efficient. Elle a parfaitement réussi.*

Des essais comparables vont être entrepris dans la vallée du Niari en AEF et à Madagascar.

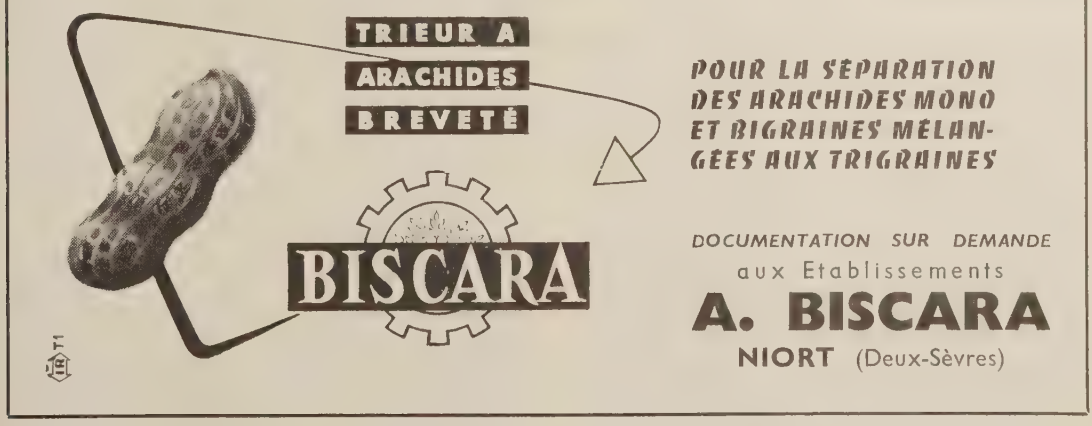
SUMMARY. *In Casamance (Senegal), the Compagnie Générale des Oléagineux Tropicaux made an attempt, in order to associate the farmer's customary working methods to partly mechanized cultivation and efficient agricultural supervision.*

This attempt has been successful in every regard.

Experiments of the same type are going to be undertaken in the Niari Valley, in French Equatorial Africa and in Madagascar.

RESUMEN. *En Casamance (Senegal), la Compagnie Générale des Oléagineux trató de asociar el trabajo del agricultor con una parcial mecanización y un manejo eficiente. Este ensayo tuvo un éxito total.*

Otros ensayos semejantes van a emprenderse en el valle de Niari situado en Africa Ecuatorial Francesa y en Madagascar.



COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA QUALITÉ VÉGÉTALE

(Paris, 24 au 27 avril 1957)

PAR

Mme Adda et Mlle Scheidecker

Ce colloque a été organisé par l'Association internationale de recherches sur la qualité des plantes alimentaires, association fondée lors d'un premier colloque à Rüdesheim (Allemagne fédérale), en 1955. Les « Journées des fruits et légumes » ont réuni, entre temps, à Paris, en 1956, dans un cadre plus restreint, les chercheurs français intéressés par ces questions et le Professeur Schuphan, de l'Université de Mayence, qui dirige à Geisenheim un institut exclusivement consacré aux recherches sur la qualité des produits alimentaires d'origine végétale. La France est représentée dans le comité de l'association par le Professeur Genevois, de l'Université de Bordeaux.

Au cours des journées du 24 au 27 avril 1957 les problèmes traités ont concerné :

les protéines,
la vitamine C,
les caroténoïdes,
les vitamines diverses,
les tannins et anthocyanes,
la nutrition minérale.

Quelques uns des travaux exposés au cours de ces journées sont résumés ci-dessous.

La première journée a été consacrée aux **protéïnes et aux amino-acides.**

Le professeur Schuphan et un de ses collaborateurs ont présenté trois communications importantes :

a) Teneur en amino-acides indispensables des végétaux alimentaires et de leurs divers organes.

b) Différences génétiques de qualité des protéïnes et de teneurs en amino-acides indispensables chez les végétaux alimentaires.

c) Action de la fumure et du climat sur la teneur en amino-acides indispensables.

Le texte de ces exposés, complété par celui du rapport annuel de l'institut de Geisenheim, remis aux membres du colloque, permet de dégager les lignes directrices du travail du professeur Schuphan et de son équipe, et les principaux résultats déjà obtenus.

1.) Recherches sur la valeur biologique des acides aminés et des protéines végétales.

La valeur biologique est définie par la teneur des organes en les onze acides aminés indispensables à l'homme. La composition protéïque de l'œuf entier est choisie comme élément de comparaison pour l'établissement d'une échelle de valeur. Le chiffre donné pour les « protéïnes brutes » est obtenu en multipliant celui de l'azote total par un coefficient de 6,25 (N représentant environ 16 % des protéïnes). Ceci n'est bien entendu valable que dans les cas où les autres formes de N ne sont pas trop abondantes (N amidé, etc...).

Céréales : Etude de l'influence des facteurs génétiques et écologiques sur la composition de l'orge.

Pommes de terre : Etude de l'influence de la fumure azotée sur la qualité des protéïnes. Tant que l'apport d'azote augmente les rendements, le taux des protéïnes brutes reste inchangé (parfois même il baisse), et la valeur biologique augmente. Par contre, quand des quantités d'azote croissantes entraînent un effet dépressif sur la récolte, la teneur en protéïnes brutes augmente et la valeur biologique diminue. Les résultats obtenus permettent de donner des indications pratiques sur les fumures azotées assurant, dans des conditions données, une composition protidique convenable des produits récoltés. Ce qui est particulièrement important si on se rappelle que les protéïnes de la pomme de terre, peu abondantes en quantité par rapport au poids frais, ont une composition bien équilibrée et sont intéressantes par là pour l'alimentation humaine. Les analyses statistiques ont montré qu'en général, quand le taux de protéïnes brutes augmente sous l'action des fumures, la valeur biologique diminue et vice versa.

Par contre, il n'y a pas de corrélation entre les deux ordres de valeur dans le cadre des différences spécifiques : des espèces ayant un taux de protéïnes brutes élevé peuvent avoir aussi bien une bonne qu'une faible valeur biologique. De même pour celles qui sont pauvres en protéïnes.

Légumineuses : Recherches sur la valeur des protéïnes des pois et des haricots à différents stades de leur développement. Non seulement la teneur en protéïnes, exprimée en pourcentage de la matière fraîche, augmente dans les pois mûrs par rapport à celle des pois récoltés avant maturité complète, mais il en est de même pour la valeur biologique.

La qualité des protéïnes accroît aussi la taille des graines.

Les résultats obtenus montrent qu'au cours de la maturation, dans les protéïnes de *Pisum sativum*, les taux de leucine, d'isoleucine, de lysine, de phénylalanine, d'histidine et de valine s'élèvent, la thréonine diminue, les teneurs en tryptophane et en méthionine ne subissent pas de changement appréciable, l'arginine augmente jusqu'à un certain degré de maturité, puis diminue.

Des essais comparatifs ont été menés sur différentes variétés de haricots et sur des graines germées et non germées (Légumineuses germées utilisées dans l'alimentation asiatique).

Légumes-feuilles : Recherches sur la composition protidique des différents organes. Contrai-

rement aux autres légumes (fruits, racines), généralement sans grand intérêt à ce point de vue, les légumes-feuilles contiennent des protéïnes de bonne valeur pour l'alimentation humaine.

Les études détaillées faites à Geisenheim ont montré que les différences morphologiques entre les diverses variétés de choux correspondent à des différences physiologiques et chimiques. D'une manière générale d'ailleurs, il y a de grandes différences entre les variétés de choux ou de salades à insertion foliaire normale et les variétés pommées, moins intéressantes.

Des essais de fumure azotée ont été faits sur choux rouges, choux blancs, choux-fleurs et épinards. Les résultats semblent correspondre, dans l'ensemble, à ceux obtenus sur la pomme de terre : les apports croissants d'azote ont d'abord un effet positif à la fois sur le rendement et sur la valeur des protéïnes. Au delà d'une certaine dose, on n'obtient plus ni accroissement de rendement, ni augmentation de la valeur biologique ; en général même cette dernière baisse.

L'action du climat sur la valeur des protéïnes est considérable. D'une région à l'autre, on trouve des différences notables pour une même variété. D'autre part, sur le chou vert, par exemple, la date de la récolte a une grande influence : la valeur biologique diminue nettement d'octobre à février.

Oignons : Essais comparatifs entre variétés. Dans l'ensemble, la valeur des protéïnes de l'oignon est médiocre : pour huit des acides aminés essentiels la teneur est trop basse, mais il y a une quantité exceptionnelle d'arginine et le taux de tryptophane est bon.

Le Professeur Schuphan insiste sur le fait que toutes ces recherches et tous ces dosages ont été entrepris avant tout à cause de leur intérêt pour l'alimentation humaine. Le problème de la valeur des protéïnes, parallèlement étudié en clinique, demande avant tout des analyses nombreuses et précises de leurs constituants. L'appréciation de cette valeur permet d'envisager les possibilités de les compléter (et le Professeur Schuphan pense surtout aux mélanges de protéïnes végétales), et d'établir des régimes alimentaires assurant l'apport optimum, qualitatif et quantitatif, de protéïnes, avec une participation réduite des protéïnes animales (Le Professeur Schuphan, comme le Professeur Terroine, s'élève en effet contre l'abus des protéïnes animales dans l'alimentation moderne. et le « mythe » qu'elles seules constitueraient un aliment « de force » ; il affirme qu'un adulte en bonne santé peut parfaitement vivre et assurer son activité avec un régime où n'entrent que des protéïnes végétales).

2) **Essais de nutrition humaine**

Introduction dans l'alimentation de jeunes enfants de légumes cultivées sur milieux enrichis ou non en nitrates, etc...

3) **Essais sur animaux de laboratoire**

Ces essais avaient essentiellement pour but de rechercher si l'introduction dans l'alimentation, chez des rats, de tomates traitées avec des substances de croissance avait un effet toxique.

4) **Recherches sur l'action des traitements insecticides sur les plantes alimentaires**

Trois points de vue sont envisagés :

a) L'action directe sur le consommateur des traces de produits subsistant après le traitement à la surface ou dans l'intérieur des organes végétaux.

b) L'action des traitements sur la composition des plantes traitées.

Des choux, traités par toute une gamme d'insecticides, ont été introduits dans la nourriture de rats. Cet essai a montré que les traitements avaient eu une influence sur la valeur nutritive de ces légumes.

Des épinards, des carottes et des choux blancs ont été cultivés sur sols traités à l'Aldrine et analysés deux mois après le traitement. On a constaté, par rapport aux témoins, une chute de la teneur en sucres totaux et une augmentation de l'azote total et protéïque. Il y a peu de différences — et elles ne sont pas significatives — en ce qui concerne la valeur biologique des protéïnes.

c) L'action des traitements sur les qualités gustatives des produits végétaux.

5) **Etudes comparatives sur les différences variétales**

6) **Recherches sur l'action des fumures azotées, phosphatées et potassiques sur certains composants des plantes**

a) Essais en chambres contrôlées (climat constant).

On a étudié, sur des épinards et des salades, et pour deux sols naturels différents, l'action de doses croissantes de phosphore, appliqué sous forme de différents engrais phosphatés, et de potassium, appliqué sous forme de chlorure et de sulfate.

Dans le cas de l'application de chlorure de potassium, les disaccharides et les acides totaux sont un peu plus abondants que dans le cas où on utilise du sulfate. Par contre, dans le second cas, la teneur en carotène est un peu plus élevée et celle en acide ascorbique nettement plus élevée. Pas de différence pour les teneurs en protéïnes.

b) Essais en cases de végétation.

c) Essais en champs.

7) **Recherches diverses**

Apparition d'anthocyane dans les seigles allemands. Relations avec la vitamine P.

Teneur en lycopène des tomates en fonction du degré de maturité et du temps de conservation.

Pertes en cours de transport et d'entreposage.

Etc...

***

Les travaux du Professeur Schuphan et de son équipe étaient incontestablement parmi les plus importants de ceux présentés à ce colloque, surtout parmi ceux réalisés le plus exactement dans l'esprit qui doit être en principe celui de cette association et de ces réunions. Une bonne moitié, en effet, des études présentées n'avait que des rapports plus ou moins lointains avec le problème de la qualité végétale pour la nutrition

humaine et animale, et des moyens de l'obtenir ou de la modifier. Le seul reproche qu'on pourrait faire à l'ensemble du colloque, c'est d'avoir été un peu un fourre-tout et aussi d'avoir beaucoup négligé l'aspect génétique et sélection de la question.

⁂

Parmi les autres communications consacrées aux protéïnes et aux amino-acides :

M. KRETOVITCH (Institut Bach, Moscou)
Biogénèse des aminoacides dicarboxyliques et aromatiques chez les végétaux.
A souligné que la glutamine est beaucoup plus mobile et plus vite utilisée pour la synthèse des protéïnes que l'asparagine.
Intervention de M. MOYSE : notant qu'il se forme plus d'acide glutamique que d'acide aspartique, il se demande si la différence provient du fait que l'engagement initial de NH^3 aurait lieu uniquement sur l'acide cétoglutarique, avec transaminations ultérieures, ou si l'amination directe d'autres acides cétoniques est possible ?

M. KRETOVITCH pense que l'acide glutamique joue un rôle très important dans la vie végétale et que sa formation par amination directe est très rapide. Mais il est possible qu'il y ait compétition dans les végétaux entre l'amination directe et la transamination.

Mme CHAMPIGNY (Laboratoire de photosynthèse, Gif, CNRS).

a) Formation des amino-acides au cours de la photosynthèse (Résumé du rapport présenté à la Société de physiologie végétale).

b) Les amino-acides des protéïnes de chlorelles cultivées en présence de NO^3K ou d'urée.

Les chlorelles sont cultivées en bacs sur des solutions contenant de l'azote soit sous forme d'urée, soit sous forme de NO^3K.

Les teneurs des récoltes en N (poids % mat. sèche) sont les suivantes :

N protéïque sur urée : 6,1 ; sur NO^3K : 5
N soluble total » » : 0,4 ; » » : 0,2

Les différences qualificatives dans la composition des protéïnes sont importantes. En présence d'urée, ce sont les protéïnes riches en arginine et en lysine qui se forment le plus abondamment. Dans le cas de l'apport de nitrates, il reste un cation dans le milieu après utilisation de l'anion, cation qui donne naissance à un certain nombre d'acides organiques supplémentaires qui entrent dans le cycle métabolique.

M. FINK (Université de Cologne).
Nouveaux résultats sur la valeur nutritive des algues et des feuilles végétales.
La discussion de la communication fait ressortir que la valeur biologique d'une protéïne dépend de l'âge de l'individu qui l'absorbe. La courbe est en escalier : il s'agissait en somme de l'expression de besoins différents, de besoins « stadiaux », et non d'une adaptation progressive de la flore intestinale.

M. ADRIAN (CNRS, Bellevue) :
Les protéïnes du mil.

Mme ADDA (Agriculture Tropicale, Nogent) :
Teneurs en amino-acides de différentes variétés de pénicillaires et de sorghos du Sénégal.

Mlle PORTERES (Museum, Paris).
Supplémentation végétale d'une alimentation à base de céréales sous les tropiques.

M. FAUCONNEAU (INRA, Jouy-en-Josas).
Composition en amino-acides et acides organiques des plantes fourragères.
A insisté sur l'importance de la fixation et de la préparation du matériel à analyser. A utilisé la congélation à l'air liquide et la lyophyllisation. En procédant autrement on s'expose à toutes les modifications entraînées par la respiration, puis la mort des cellules : augmentation des diacides, etc... Le séchage à l'air peut faire apparaître de l'acide succinique.
A noter l'extraordinaire richesse des Légumineuses en acide malonique.

M. GENEVOIS (Faculté des Sciences, Bordeaux).
Dosage des amino-acides: tyrosine, tryptophane, méthionine et lysine dans les protéïnes végétales non hydrolysées.
Le professeur GENEVOIS a mis au point dans son laboratoire des méthodes de dosage chimique permettant de remplacer les dosages microbiologiques, de maniement délicat, pour l'estimation quantitative de certains acides aminés. Ce qui est d'autant plus intéressant que ces réactions marchent même sur des protéïnes intactes et qu'il s'agit justement d'acides aminés fragiles. La chromatographie, parfaite pour débrouiller la question du point de vue qualitatif, ne donne pas grand, chose au point de vue quantitatif et ne permet pas de définir les substances.
A insisté aussi sur la préparation et la conservation des échantillons, sur le phénomène de « vieillissement » des protéïnes : la méthionine s'oxyde même à froid, etc...
Le professeur GENEVOIS projette d'organiser, en juin 1958, dans son laboratoire de Bordeaux, une semaine d'études techniques consacrée aux dosages des amino-acides et des acides organiques par voie chimique. Le professeur SCHUPHAN de son côté organisera une semaine d'études pour les dosages par voie microbiologique, pour lesquels il a atteint une mise au point et une pratique remarquables. Des milliers de dosages microbiologiques se font dans son laboratoire, en série.

⁂

Les séances suivantes ont été consacrées à :

1) **La vitamine C.**

Les différentes communications ont fait ressortir l'importance des influences climatiques sur la teneur des végétaux en vitamine C. Il semble qu'elle dépende surtout de l'ensoleillement, mais qu'une température élevée tendrait à la faire diminuer. Elle est soumise enfin à des variations diurnes.
Revue des variétés les plus riches en vitamine C pour les différentes espèces fruitières, etc...

2) **Caroténoïdes.**

3) **Autres vitamines.**

M. RAOUL (Faculté de Pharmacie, Paris). — **La cetone 250 dans les végétaux alimentaires.**

La cétone 250 a été tout d'abord préparée par synthèse. Elle possède des propriétés antirachitiques. On a pu aussi l'isoler des huiles de foie

de poisson, bien que cette opération soit difficile par le fait que cette cétone ne se retrouve pas dans les insaponifiables mais passe avec les acides.

Cette cétone a été enfin recherchée dans certains végétaux. La détermination n'est pas possible par utilisation des propriétés biologiques, car les végétaux verts ne sont pas antirachitiques, bien qu'ils contiennent de la cétone 250.

Ceci peut être expliqué par le fait de la présence dans ces végétaux, à côté de la cétone, d'une substance qui s'oppose à son action.

Les substances responsables ont été isolées, ce sont des substances stéroïdiques non colorées.

En définitif, la cétone 250 est un corps très répandu dans le monde végétal.

C'est peut-être sa présence qui permet d'expliquer l'absence de rachitisme dans certains pays à alimentation purement végétale.

M. BOUKINE (Institut Bach, Mâcon). — **Vitamine et amélioration de la qualité des plantes cultivées :**

Le conférencier a plus spécialement entretenu d'une partie de son exposé : « Le rôle des vitamines sur la plante ».

Il a, en particulier, indiqué l'influence des solutions vitaminées sur la croissance de certaines plantes.

Ainsi l'application d'une solution de vitamines B a permis une accélération de la croissance et une augmentation de rendement importantes sur des cotonniers traités par arrosage.

De même des céréales, haricots ou tomates plantés en sol sablonneux et arrosés de solutions vitaminées ont eu un développement nettement accru.

Les rendements en carottes et radis arrosés d'acide nicotinique ont ainsi augmenté de 50 %.

M. GEBAUER. — **Vitamines B et E dans divers fruits et légumes.**

M. MALENGEAU (Faculté de Pharmacie, Paris). - **Inositol et scyllitol dans les végétaux alimentaires.**

65 à 90 % du phosphore organique total des végétaux s'y trouve sous forme d'inositol et plus spécialement de mesoinositol.

L'acide phytique possèdant de nombreuses fonctions acides forme facilement de nombreux sels et en particulier des sels doubles de potassium et magnésium ou de fer et de calcium.

Céréales. Si on augmente le taux de blutage des céréales, le taux d'acide phytique dans les farines augmente également.

Si cette farine est utilisée comme aliment du bétail, l'acide phytique libre peut fixer une partie du fer et du calcium de la ration alimentaire.

L'absorption de l'acide phytique du sol par les végétaux se fait peut-être directement ou après hydrolyse.

L'inositol a pu être dosé, dans les végétaux, par action de l'acide iodoperchlorique, et surtout par voie biologique car l'inositol constitue un facteur de croissance spécifique de certains microorganismes.

Le scyllitol est un isomère du mesoinositol, mais on ne sait, par suite de quelles transformations, ce corps apparaît dans les végétaux.

M. PEYNAUD et M^lle^ DOMERCQ (Station Agronomique de Bordeaux). — **Evolution des vitamines B dans le raisin.**

Il existe peu de travaux à ce sujet excepté sur la thiamine et riboflavine, et surtout peu d'études concernant l'influence de la maturation sur la teneur en vitamine B.

A la station agronomique de Bordeaux des dosages des vitamines du groupe B ont été effectuées systématiquement sur toutes les récoltes depuis celles de 1953.

THIAMINE.

Le dosage a été effectué par une méthode microbiologique à l'aide de *Lactobacillus* fermenté.

Les chiffres obtenus ont varié de 246 à 450 γ /l de jus (moyenne 375).

Les variations avec les cépages sont insignifiantes.

La thiamine est très sensible au sulfitage : 0,5 g de SO^2 par litre entraîne au bout de huit jours une diminution de la teneur en thiamine.

RIBOFLAVINE.

Les teneurs varient autour de 50 γ par kg au cours de toute la maturité.

ACIDE PANTOTHÉNIQUE.

Les dosages ont été effectués à l'aide du *Saccharomyces ellipsoides*.

Les chiffres obtenus ont été de 0,5 à 1,38 mg/litre.

NICOTINAMIDE.

Elle existe, dans le raisin, sous diverses formes qui réagissent diversement sur les microorganismes. Chiffres obtenus (*Lactobacillus arabinosus*) :

Nicotinamide totale (après hydrolyse alcaline) : 3,26 mg/litre.

Nicotinamide libre : 0,86 à 2,56 mg/litre.

PYRIDOXINE.

Dosage à l'aide de *Saccharomyces* :

Pyridoxine totale : 0,42 mg par litre.

Pyridoxine libre : 0,1 à 0,53 mg par litre.

BIOTINE.

Dosage à l'aide de *Lactobacillus arabinosus*.

Chiffres obtenus : 1,5 à 4,2 γ/litre.

MESOINOSITOL.

Il existe des différences assez importantes d'une année sur l'autre.

Chiffres obtenus : 380 à 110 mg/litre.

MM. ZWINGELSTEIN et JOUANNETEAU (Faculté des Sciences, Lyon). — **Vitamine E dans les huiles d'extraction des céréales.**

La préparation industrielle des huiles végétales comestibles entraîne une diminution de la qualité nutritive, car ce traitement provoque une perte en insaponifiable et en acides gras libres essentiels.

TOCOPHÉROL.

Perte en fonction de la durée de stockage

Durée de stockage	Teneur en tocophérol		
	farine de riz	farine de maïs	farine de blé
Quatre heures	14 mg	3-7 mg	1-7
Un jour	11 mg	2-7 mg	—
Quatre jours	9 mg	2-3 mg	—
Huit jours	7 mg	1-6 mg	2-7
Teneur moyenne des huiles industrielles	6-7	1,4 à 1,8	2,2 à 2,8

M. VIALARD-GOUDOU (Ecole de Médecine, Tours). — **Vitamines du groupe B dans les aliments d'Indochine.**

Ces recherches ont été entreprises en 1937 à la demande de la S. D. N.

Le complexe vitaminique B est constitué par :

thiamine,
riboflavine,
nicotinamide.

Les prélèvements ont été effectués sur des aliments exposés sur les marchés.

Méthode de dosage.

Riboflavine et nicotinamide : méthode microbiologique.

Thiamine : méthode de l'AOAC.

Résultats.

Les analyses ont été effectuées sur cent trente cinq aliments et ont été exprimés en mg/100 g de partie comestible.

Thiamine : les plantes riches sont rares.

Les feuilles et fruits contiennent en moyenne : 0,888 à 0,205 mg/100 g.

Feuilles : *Tamarindus indica* : 0,374 mg ; *Sesbania grandiflora* Persoon : 0,365 mg ; *Gnetum Gnemon* L. : 0,245 mg ; *Ipomoea Batatas* L. 0,205 mg. 0,205 mg.

Fruits : *Durio zibethinus* Murray : 0,300 mg.

Graines de *Sesamun indicum* L. : 1,9 mg.

Riboflavine :

Dosage dans les feuilles de *Ipomoea aquatica* Forskal 0,5 mg (légume de base des Vietnamiens), et de *Sauropus androgynus* Merull : 0,388 mg.

Dosage dans les champignons, *Volvaria esculenta* Massef : 0,350 mg.

Nicotinamide :

Se trouve en quantité importante dans tous les végétaux et plus spécialement dans les graines :

Volvaria esculenta : 5,65 mg
Alocasia : 2,2 mg

Mlle VOKRAL (Conservatoire National des Arts et Métiers). — **La flavinogénèse chez** Aspergillus niger.

La carence en magnésium des milieux provoque une augmentation de la teneur en riboflavine des *Aspergillus niger*.

Les dosages de la riboflavine ont été effectués par une méthode de fluorescence.

L'étude de la biosynthèse de la riboflavine dans les *A. niger* a été réalisée dans un milieu constitué par un liquide de Raulin modifié par Bertrand, et contenant 0,2 à 0,4 mg de magnésium dans 100 cm^3.

Les dosages ont été effectués à la fois dans les myceliums secs et dans les liquides de culture.

Avec de fortes concentrations en magnésium, les milieux ne contiennent pas de riboflavine.

Avec des concentrations plus faibles, la riboflavine apparaît dans le milieu et il existe un maximum pour 0,48 de magnésium par cm^3.

Dans les mycelium, la teneur en riboflavine reste constante, indépendante de la concentration en magnésium.

La carence en magnésium provoque donc une diffusion de la riboflavine dans les milieux de culture sans augmenter pour autant la teneur dans les myceliums.

4) **Tannins et anthocyanes.**

M. BATE-SMITH (Station de recherches sur les basses températures, Cambridge). — Polyphénols, tannins, anthocyanes, biogénèse et action biologique.

M. OPARINE (Institut Bach, Moscou). — **Biochimie des tannins.**

Tannin du thé.

Les analyses qualitatives ont été effectuées sur colonne d'alumine. Elles ont permis de mettre en évidence sept catéchines.

Mais la chromatographie sur papier, plus simple et plus maniable, a été de préférence utilisée pour la suite des études.

Par ce procédé, il a été possible de constater que, dans les jeunes plantules, il n'existe qu'une seule catéchine et que ce n'est qu'au fur et à mesure du développement qu'apparaissent les autres catéchines.

Transformation au cours des procédés technologiques.

Au cours de l'enroulement des feuilles, se produit une diminution du taux en complexes catéchiques. Ainsi deux heures après l'enroulement, les feuilles ne contiennent plus que la l-épicatéchine.

Pendant la fermentation, les transformations n'atteignent pas seulement les tannins, mais également les acides aminés qui, par oxydation, se transforment en aldéhydes produisant le goût et l'odeur caractéristiques des thés noirs.

Action biologique.

Les catéchines possèdent des propriétés biologiques comparables à celles de la vitamine P. Elles possèdent la faculté de raffermir les parois des vaisseaux capillaires. La plus efficace, à ce point de vue, est la l-épicatéchine.

M. HULME (Laboratoires Ditton, Cambridge). — **Acides quinique et shikimique dans les fruits.**

M. BOHME (Institut d'étude des plantes cultivées de l'Académie des Sciences de Berlin, et M. SCHITTE (Institut de chimie organique de l'Université de Halle). — **L'acide quinique estérifié par l'acide p. coumarique chez le muflier** (*Antirrhinum majus*).

M. MASQUELIER (Faculté de Médecine de Bordeaux). — **Anthocyanes et leuco-anthocyanes.**

Il n'a été fait, étant donné le programme très chargé de la journée, qu'un résumé de la communication.

Le vin possède une action bactéricide très intéressante, qui a pu être mise en évidence par l'étude de l'action du vin pur ou dilué au quart ou à la moitié sur l'*E. coli*.

Après une action de quinze minutes, les réactions sont négatives, excepté dans le cas des dilutions à la moitié, où il existe une légère action positive.

Après trente minutes, toutes les réactions sont négatives.

Après décoloration du vin par le charbon actif, cette propriété bactéricide a disparu.

Or ce sont des anthocyanes qui sont fixées sur le charbon. Mais une solution d'anthocyanes pures extraite de la peau de raisin ne possède pas de propriété bactéricide. Le produit possédant cette

propriété n'apparaît donc, peut-être, qu'au cours de la fermentation. En effet, la solution d'anthocyanes pures, hydrolysée en milieu acide, qui contient surtout de l'énidol, possède un pouvoir bactéricide identique à celui du vin.

Effet du vieillissement sur le pouvoir bactéricide.

Le pouvoir bactéricide est mesuré par « l'indice bactéricide ».

Le moût de vin possède un indice négatif.

Le vin en fermentation un indice de 5 à 7.

Après un an de vieillissement un indice de 10.

Après dix ans de vieillissement un indice de 17-18 ou 19, cet indice se maintient ainsi pendant quelques années puis diminue.

Cette diminution s'explique d'ailleurs par le fait que l'énidol disparaît par polymérisation ou précipitation. Cette propriété du vin présente un intérêt certain.

M. RIBEREAU-GAYON (Faculté des Sciences, Bordeaux). — **Les anthocyanes des raisins.**

M. DURQUETY (Station d'arboriculture fruitière de la Grande Ferrade, I.N.R.A.). — **Génétique des anthocyanes des raisins.**

MM. LAVOLLAY, LEGRAND, LEHONGRE et NEUMANN (Conservatoire National des Arts et Métiers). — **Activité comparée des flavonoïdes ortho-dihydroxylés comme catalyseurs de l'oxydation de l'acide ascorbique par les phénolases.**

Mlle LEGRAND (Conservatoire National des Arts et Métiers). — **La laccase acide et les conditions de développement chez l'agaric champêtre** (*Agaricus campestris*).

⁂

Enfin, la dernière matinée a été réservée aux questions de **nutrition minérale.**

M. LINSER (Linz). — **Essai d'amélioration de la qualité des céréales par la fumure.**

M. MARGULIS (Faculté Sciences, Toulouse). **Les substances minérales du blé et les qualités des farines.**

M. DIDIER-BERTRAND (Institut Pasteur, Paris). A présenté une conférence faisant le point des connaissances actuelles sur les oligo-éléments des végétaux cultivés. La discussion s'est étendue surtout sur les difficultés techniques des études.

MM. OLLAGNIER et PREVOT (IRHO, Paris). — **Quelques exemples de carences ou d'excès d'éléments minéraux en Afrique tropicale.**

Le Professeur TERROINE est intervenu pour demander si l'IRHO s'était déjà préoccupé de l'influence de la nutrition minérale, d'une part, sur la qualité et la composition des corps gras obtenus, ce qui est considéré de plus en plus comme très important pour la nutrition humaine, d'autre part, sur la composition protéique des tourteaux. M. OLLAGNIER pense que ces problèmes se poseront dans l'avenir, mais qu'étant donné l'état de développement de l'agriculture africaine, la question du rendement était la plus urgente à résoudre.

Cette intervention du professeur TERROINE, de même que la conclusion qu'il a apportée aux travaux du colloque, souligne l'importance extrême de cette orientation des recherches, non seulement pour les nutritionnistes, mais pour tous ceux, quelle que soit leur spécialisation, qui ont, directement ou indirectement, la charge de l'amélioration des végétaux cultivés et des méthodes de culture ou de défense.

De même que du point de vue de la nutrition humaine, on considère que les vieux problèmes d'apport énergétique sont à peu près résolus et qu'il convient de s'attacher de plus en plus à l'aspect qualitatif de l'alimentation, de même du point de vue agronomique, les soucis légitimes de rendement devraient de plus en plus s'accompagner du souci de la composition des produits obtenus et de l'action des moyens mis en jeu (engrais, traitements phytosanitaires, etc...) sur la qualité des récoltes au point de vue alimentaire.

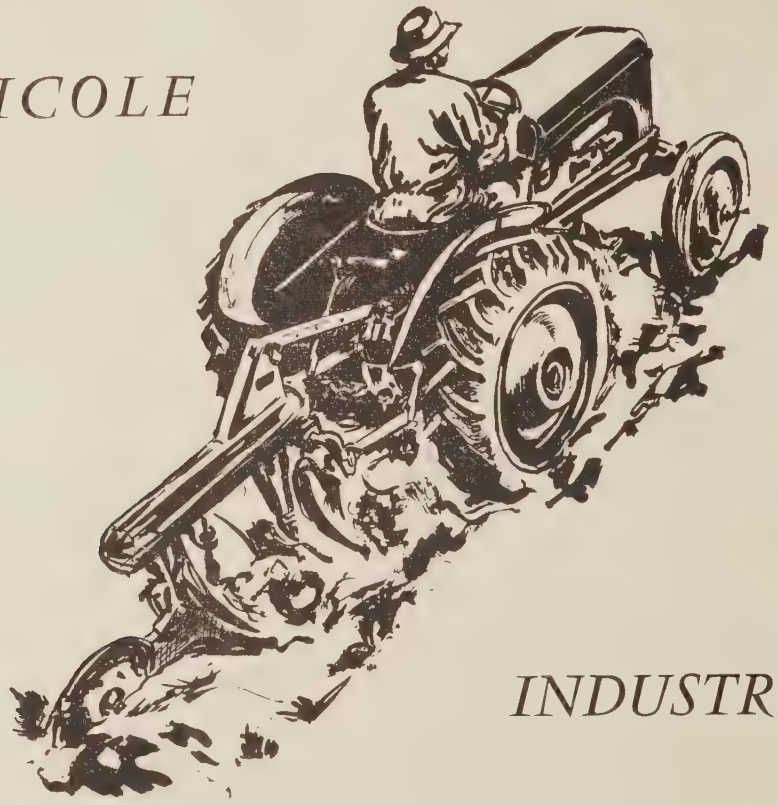
L'intérêt de ces données apparaît de plus en plus, ainsi que la gravité des conséquences de certaines habitudes ou de certains procédés, inconsidérément employés, sous l'angle de l'hygiène alimentaire humaine.

D'un point de vue plus particulier, la question des protéines végétales et de leur valeur biologique paraît capitale pour l'agronomie d'outre-mer, où les régimes alimentaires traditionnels sont souvent carencés en azote et où la supplémentation par des protéines d'origine animale rencontre souvent des obstacles d'ordre économique.

MÉTÉOROLOGIE AGRICOLE
Références d'achats de services officiels sur demande
Établissements CERF
20, QUAI DE LA MÉGISSERIE, PARIS (1er)
Expéditions France et Union française Téléphone : Gut 54-42

FERGUSON

AGRICOLE



INDUSTRIEL

TRACTEURS ET GAMME COMPLÈTE D'ACCESSOIRES POUR L'AGRICULTURE ET LES TRAVAUX PUBLICS

DISTRIBUTEURS EXCLUSIFS

A. O. F - TOGO - A. E. F

HAMELLE-AFRIQUE

MADAGASCAR

SOCIMEX

I

OUVRAGES ET DOCUMENTS GÉNÉRAUX

12-225

Poirée (M.), Ollier (Ch.). — **Irrigation.** Editions Eyrolles, 61, Boulevard Saint-Germain, Paris, V^{e}, 1957, 1 vol. 16 × 24, 290 p., 105 fig., 3 000 fr.

Les titres des principaux chapitres sont les suivants :

L'irrigation, facteur de prospérité.

Moyens de se procurer de l'eau. Mise a la disposition des arrosants des eaux d'irrigation

Origine des eaux d'irrigation : prises d'eau en rivière, eaux souterraines.

Amenée des eaux d'irrigation. Canaux. Stations élévatoires.

Les ouvrages d'art en irrigation (canal principal, partiteurs, prises, ouvrages, annexes, réservoirs d'irrigation).

La théorie de l'irrigation

Nécessité et effets des irrigations (besoins en eau des plantes cultivées, effets secondaires et classification des irrigations).

Principes fondamentaux de l'irrigation. Les facteurs naturels et les éléments pratiques (éléments de base pour l'étude d'un projet, débit caractéristique d'arrosage, dose d'arrosage, caractéristiques pratiques de l'arrosage).

L'organisation générale d'une irrigation (schéma général d'un réseau d'irrigation, le débit de dérivation, la distribution).

Les systèmes d'arrosage

Classement des systèmes d'arrosage.

Irrigation par ruissellement ou déversement (méthodes naturelles, méthodes artificielles).

Irrigation par submersion (ou inondation).

Irrigation par infiltration.

Irrigation par aspersion.

Economie des irrigations.

12-226

Gros (H). — **Engrais. Guide pratique de la fertilisation.** La Maison Rustique, édit., 26, rue Jacob, Paris VI^{e}, 1957, 1 vol. 14 × 21, 356 p., cartes, fig., tableaux, bibliographie.

Ouvrage écrit à l'attention des cultivateurs.

Les divisions du traité sont les suivantes :

Comment la plante se nourrit.

Le sol, support et garde-manger de la plante (notions de pédologie).

Le sol est un milieu vivant.

Les amendements calcaires.

L'humus, le fumier et les amendements humiques à la ferme.

Le problème de l'humus dans l'exploitation agricole.

L'azote, les engrais azotés et la fumure azotée.

L'acide phosphorique, les engrais phosphatés et la fumure phosphatée.

La potasse, les engrais potassiques et la fumure potassique.

Les engrais composés.

Soufre, magnésium, calcium et oligo-éléments.

L'épandage des engrais.

Les principes de base de la fertilisation.

Le calcul de la fumure dans la pratique (analyse du sol).

La fumure des principales cultures.

Achat, emballage, stockage, règlementation de la vente des engrais (les tromperies dans le commerce des engrais).

La rentabilité de la fumure (les essais d'engrais à la ferme).

La production et la consommation des engrais en France métropolitaine.

Conclusions : pour tirer le meilleur parti des engrais minéraux.

12-227

Hirschfeld (A.). — **La coopération agricole en France.** J. B. Baillière et Fils, édit., 19, rue Hautefeuille, Paris, VI^{e}, 1 vol. 13 × 20, 178 p., bibliographie sommaire.

L'ouvrage comprend douze chapitres :

Les origines de la coopération agricole en France.

Le syndicalisme agricole.

L'évolution de la coopération agricole (coopératives de production, transformation et vente de produits agricoles, coopératives d'achat et d'approvisionnement, coopératives de service, coopératives de culture en commun).

Les sociétés d'intérêt collectif agricole.

Les organismes centraux de la coopération agricole.

Les relations intercoopératives.

Le statut juridique des coopératives agricoles.

La constitution et l'administration d'une coopérative agricole.

Le statut fiscal des coopératives agricoles.

Le financement des coopératives agricoles.

La comptabilité des coopératives agricoles.

Les conditions à remplir pour la construction d'une coopérative agricole.

12-228

Frezzotti (G.), Manni (M.), Aten (A.). — **Fabrication de l'huile d'olive dans les huileries rurales.** Collection FAO. Rome, cahier n° 58, 1956, 1 vol 16 × 24, 140 p., 62 fig.

La table des matières indique les chapitres suivants :

L'olivier et son fruit.

L'huile d'olive.
Analyse des olives, de l'huile et des résidus.
Préparation des olives d'huilerie.
Méthodes traditionnelles de fabrication.
Préparation de la pâte d'olive.
Pressage de l'huile.
Séparation de l'huile.
Fabrication par pression unique ou fabrication fractionnée.
Principes à suivre en matière d'huilerie.
Traitement des huiles.
Clôture de la campagne.
Tendances nouvelles en matière de techniques d'huilerie.
Bibliographie.

12-229

Diehl (R.). — **Agriculture générale. Tome I. Les bases scientifiques de la production végétale.** J. B. Baillière et Fils édit., 19, rue Hautefeuille, Paris, VI^e^, 1957, 1 vol. 16 × 25, 264 p., 54 fig., 84 tabl., abondante bibliographie en fin de chaque partie.

L'ouvrage se compose de trois parties, consacrées respectivement : au climat, au sol, à la plante considérée sous l'angle agricole.

La partie traitant du climat étudie les divers facteurs constituant ce dernier : la température, la lumière, l'eau, le vent, et l'action cumulative de ces quatre facteurs qui déterminent le climat agricole.

La partie traitant du sol étudie d'abord sa composition, puis ses propriété. Après quelques pages consacrées au sous-sol, l'origine et la formation du sol agricole sont envisagées.

La partie traitant de la plante considérée sous l'angle agricole comprend sept chapitres consacrés respectivement: aux semences, à la germination, à la croissance et au développement des plantes, à la variation des caractéristiques agricoles de la plante au cours de ses générations successives, à l'alimentation des plantes cultivées, aux associations végétales en agronomie, aux interactions climat-sol-plante dans la réalisation des rendements.

Une table alphabétique des matières termine l'ouvrage.

II

EXTRAITS BIBLIOGRAPHIQUES

12-230

Ciferri (R.). — **Effeti dei diserbanti chimici nei riguardi della pianta di riso** (Effets des herbicides chimiques sur le plant de riz). *Il Riso*, Milan, 1956 (nov.), p. 13-6, 1956 (déc.), p. 10-2, 1957 (févr.), p. 10-1, 1 tableau.

Le but de ces observations a été principalement de vérifier, dans les conditions ordinaires d'utilisation, quel pouvait être l'effet des désherbants chimiques sélectifs hormoniques les plus répandus sur le plant et la production.

Si aujourd'hui on connait bien l'efficacité de ces produits sur les mauvaises herbes les plus répandues dans les rizières, et si leur emploi est assez rationnel, on connait moins bien les effets de ces désherbants sur le riz. Bien souvent des symptômes d'anomalies remarqués sur les plants sont interprétés comme des dommages, surtout quand le rendement est plus faible, alors que peut-être manquent des données expérimentales plus concluantes.

Comme il est impossible de réaliser des expériences sur une échelle suffisamment vaste et comme, d'autre part, on ne peut obliger les agriculteurs à faire des pesées dans les différentes parcelles, nous avons eu finalement recours aux méthodes indirectes de vérification que nous allons exposer. Naturellement ces méthodes ne sont pas probantes, mais il est fort possible qu'elles soient significatives.

D'autre part, les conditions expérimentales sont nécessairement limitées, et rarement on peut réaliser certains faits, qu'il est possible d'observer en plein champ et qui, du point de vue pratique, peuvent avoir une forte signification. Il est donc impossible, même en disposant de vastes moyens que nous n'avons pas, de prévoir et d'expérimenter toutes les variantes de la pratique du désherbage réalisées avec les divers traitements.

Les observations ont été faites au hasard, c'est-à-dire : nous avons tenu compte des rizières traitées que nous avons vues personnellement et, souvent, parce qu'il nous a été demandé notre avis sur les dommages réels ou supposés.

L'inévitable hétérogénéité des données de départ ne justifiait pas une analyse statistique ; les pourcentages eux-mêmes ont une faible valeur quand ils sont basés sur des observations qui ont statistiquement un poids divers ; il en résulte que les conclusions sont d'ordre général.

C'est pourquoi une grande partie des conclusions sont basées sur des « impressions » qui, contrôlées et validées par une certaine expérience — étant donné que nous nous occupons de ce sujet depuis un grand nombre d'années — finissent par avoir une certaine valeur, même avec les réserves que nous avons faites.

Relativement aux données ici exposées, nous nous limiterons aux conclusions inhérentes à la pathologie du riz et à un certain nombre de conditions du traitement désherbant. Dans cette première partie nous ne mentionnerons pas les données relatives à l'efficacité du traitement désherbant et à la pathologie des mauvaises herbes.

Nous n'exposerons pas non plus les règles relatives aux traitements et tout ce qui concerne la pratique du désherbage chimique sélectif. Dans cette revue, et même ailleurs on pourra trouver de bons résumés sur ce sujet, ceux de l'école de Baldacci (particulièrement de Grancini) et même des nôtres.

Nous nous limiterons à exposer des données concernant le 2,4-D (acide 2,4-dichlorophénoxyacétique) et ses dérivés ainsi que le MCPA (acide méthylchlorophénoxyacétique) et ses dérivés, seuls produits utilisés sur une vaste échelle. L'emploi des dérivés de l'un et de l'autre produit varie d'une région à l'autre et même souvent d'un champ à l'autre et assez souvent d'une année à l'autre dans une même exploitation agricole. C'est pourquoi, sous cet aspect aussi, les données que nous élaborons sont hétérogènes.

Les symptômes de souffrance du riz

Si nous recueillons tous les symptômes anormaux observés sur le riz à la suite de traitements avec des désherbants chimiques hormoniques, nous pourrons dresser la liste d'une vingtaine et peut être plus de symptômes divers, dont il existe de bonnes descriptions. Mais leur multiplicité et leur grande variabilité se prêtaient mal aux recherches en champ susceptibles d'être résumées en chiffres.

Par anticipation partielle sur les conclusions, nous avons cru opportun de distinguer dix groupes de symptômes, numérotés de 1 à 10. Cette symptômatologie n'est pas complète, mais c'est celle que l'on observe le plus souvent en champ ; d'autres symptômes plus rares, ou moins significatifs, ou d'origine plus douteuse, ne sont pas considérés ici.

1) *Nombre excessif de racines adventives sur des plants à tallage normal* (en excluant la présence de tiges secondaires ou en surnombre, qui dérivent le plus souvent de ramifications des tiges primaires ou normales).

C'est un symptôme facile à observer si nous arrachons la plante du sol et si nous apprécions d'un simple regard le faisceau de racines (voir n° 2). Dans le sens étroit du terme, c'est là une anomalie, mais on ne voit pas pourquoi elle devrait être préjudiciable aux plants ; ce pourrait être même le contraire. On manque de preuves pour affirmer ce qui est.

2) *Racines adventives au-dessus de la région de leur formation normale.*

Une nouvelle formation de racines adventives soulève le chaume au-dessus des chaumes courts des nœuds inférieurs. Ce symptôme, à simple vue, se confond généralement avec le précédent, et, en effet, il n'est pas toujours possible de les distinguer rapidement l'un de l'autre. Pratiquement ces deux premiers symptômes pourraient être mis dans une même catégorie. Ceci est confirmé par le fait, dont nous reparlerons plus loin, que presque toujours ces deux symptômes sont réunis sur les mêmes plants, ce qui pourrait avoir une signification pratique bien que de faible importance.

3) *Développement excessif en hauteur des chaumes par suite d'un allongement anormal des entre-nœuds*, ces chaumes pouvant même verser au moment de la maturité.

Ce symptôme peut être relié au symptôme 5, mais il est indépendant. Les chaumes qui nous intéressent ici sont naturellement ceux qui sont fertiles.

L'allongement anormal des chaumes semble aller avec un amincissement de ces mêmes chaumes. Comme conséquence, il peut se produire, vers l'époque de la maturité, ce qu'on appelle la verse.

A vrai dire, il nous semble difficile qu'il y ait verse seulement par suite de traitements de désherbants. Bien souvent c'est aussi la faute du fameux « brusone » (dont la présence et l'action sont souvent peu évidentes, mais pas moins redoutables) qui, s'attaquant aux chaumes, les affaiblit, peut être aussi quelque autre champignon parasite peut agir de la même manière. Il y a presque toujours une cause accidentelle extérieure (vent, rafales de pluie, etc...) qui provoque la tendance à la verse.

4) *Articulation gaine-feuille anormale*, les feuilles restant le plus souvent, pour un certain temps au moins, avec la pointe prise dans la gaine, et formant un anneau.

A ce symptôme on associe souvent une chlorose des feuilles (pouvant aussi accompagner d'autres symptômes, comme celui qui est décrit au n° 7 et d'autres encore), qui varie d'un jaunissement à peine perceptible à un jaunissement très net des tissus foliaires.

Nous n'avons pas de documentation sûre sur les causes du phénomène des feuilles en anneaux, phénomène qui d'ailleurs persiste rarement. Apparemment il est dû à une rétractation accentuée de la feuille au point d'articulation.

5) *Accélération du développement des entrenœuds* par rapport aux plants non traités chimiquement, sans que pour cela les chaumes fertiles soient, à maturité, plus hauts que ceux des plants non traités.

Bien que quelquefois ce symptôme soit relié à celui du n° 3, il est ordinairement indépendant. Mais si l'on observe les plants de riz pendant le développement on peut ne pas s'en rendre compte.

En fin de compte, il semble qu'il s'agisse là d'un fait transitoire, très apparent, mais d'une importance pratique modeste.

6) *Nanisme des chaumes fertiles*, généralement en concomitance avec un développement complet et précoce des feuilles et un épaississement anormal des chaumes.

Dans un certain sens, ce symptôme est l'opposé de celui que décrit le n° 3, le nanisme est rarement accentué et en définitive peu fréquent ; mais on dit qu'il a pour effet de diminuer sensiblement la récolte.

Ce symptôme peut être accompagné d'autres symptômes (couleur plus pâle ou plus foncée du plant ; feuilles « cipollines » (ressemblant aux tiges d'oignon) et mauvaise articulation (gaine-feuille), etc., mais assez souvent il est isolé.

Les chaumes sont presque toujours épaissis, et naturellement plus dans les entrenœuds de la base que dans les entrenœuds médiano-apicaux.

7) *Feuilles tubulaires* qui ont souvent une couleur plus claire ou plus foncée que la couleur ordinaire.

C'est un des symptômes les plus connus et les plus visibles c'est pourquoi les feuilles tubulaires sont souvent dénommées feuilles « cipollines ». Mais les dommages ne sont pas sérieux, quand cette anomalie est seule tout au moins.

Il est curieux d'observer que ces feuilles presque toujours sortent normalement de la gaine (voir n° 4) et que leur couleur est assez souvent vert sombre, souvent normale, mais quelquefois chlorotique.

Dans ce même groupe, mettons aussi le symptôme des « feuilles enroulées » mollement sur elles-mêmes et rarement jusqu'à prendre la forme de spirales ; ce symptôme est beaucoup moins commun, et peut être encore moins significatif que celui des feuilles « cipollines

8) *Formation de bourgeons axillaires* et de chaumes en surnombre, dont les épis n'arrivent presque jamais à maturité.

Les bourgeons axillaires, de nombre et de position variables, mais se trouvant à la base seulement, sont des bourgeons dormants, sauf dans le cas où les tiges primaires sont accidentellement coupées ou détruites.

Leur réveil permet le développement tardif de chaumes en surnombre, dont la plupart sont fertiles en puissance, mais qui en réalité arrivent trop tard à maturité par rapport aux chaumes normaux.

Le développement de ces chaumes fait paraître les plants plus touffus qu'à l'ordinaire et, dans un certain sens, plus vigoureux, bien que la production ne soit pas plus forte.

Bien souvent ces chaumes ont une végétation plus rabougrie que les tiges normales.

9) *Exceptionnelle largeur des feuilles*, généralement associée à une couleur plus sombre. Ce symptôme peut apparaître isolément sur des plants qui sont normaux sous tout autre aspect, mais il est généralement associé aux symptômes les plus divers. Les feuilles peuvent être bien plus larges que les feuilles normales, de moitié ou plus, et bien souvent plus sombres que de coutume. Le symptôme est donc très apparent et retient l'attention beaucoup plus qu'il ne le mérite.

Presque toujours — mais non constamment — ces feuilles plus larges (mais non plus longues), sortent de la gaine peu après le traitement désherbant. Parfois l'action se prolonge et peut s'atténuer chez les feuilles qui se développent en dernier lieu.

Il ne semble pas que les plants présentant ce symptôme diffèrent des autres en ce qui concerne la production.

10) *Mort des plants.*

C'est un fait heureusement rare et qui exige le concours de circonstances exceptionnelles, ou de grosses erreurs dans le dosage du désherbant ou l'époque du traitement. Un symptôme différent, mais qui a les mêmes effets pratiques, est celui de la stérilité totale, ou pratiquement totale des épillets.

Sauf de très rares exceptions les plants périssent à cause de la précocité exceptionnelle des traitements, tandis que la stérilité des épillets correspond presque toujours à des traitements excessivement tardifs.

Comparaison des effets des différents symptômes sur le rendement des plants de riz

Il n'est pas facile d'établir le degré de gravité de ces symptômes, car presque toujours ils sont associés, comme on le verra plus loin.

I. Mort des plants ou stérilité pratiquement totale des épillets, pour des raisons évidentes.

II. Développement excessif des chaumes, avec les dangers d'une verse possible.

III. Nanisme des chaumes fertiles, qui souvent produisent des épis petits, et qui sont stériles ou presque.

IV. Prolifération des bourgeons axillaires et développement de chaumes tardifs au détriment des caryopses.

Les autres symptômes pris isolément ont peu d'effet sur la production.

On peut observer que ces symptômes correspondent à des actions opposé des désherbants. Ces actions augmentent le développement sous certaines conditions — à certaines doses du moins — et le diminuent au-delà d'un seuil déterminé.

Le meilleur exemple en est le gigantisme des plants de riz et le nanisme de ces mêmes plants sous l'action des mêmes désherbants.

Fréquence des symptômes pris isolément

Anticipant sur ce que nous établirons plus loin, nous dirons que la fréquence finale résultant de tous les examens effectués est la suivante :

I symptôme 1 ; II symptôme 2 ; III symptôme 4 ; IV symptôme 7 ; V symptôme 3 ; VI symptôme 8 ; VII symptôme 9 ; VIII symptôme 10, IX symptôme 5 ; X symptôme 6.

Si on examine ce tableau, il est facile de remarquer que les symptômes 1 et 2 ont une fréquence de loin supérieure à tous les autres et sensiblement égale.

Le symptômes 4 se situe à une certaine distance des deux précédents et correspond à des feuilles sorties de la gaine de façon imparfaite ou incomplète (tout au moins temporairement) ; ce symptôme est bien connu des riziculteurs par sa particularité et c'est celui que l'on observe le plus souvent sur les plants traités et en terre (on n'a pas besoin de les arracher, comme il est nécessaire de le faire pour observer les symptômes 1 et 2).

A un degré de fréquence un peu plus faible se situe le symptôme 7, correspondant aux feuilles tubulaires ou « cipollines », aussi bien connu des riziculteurs que le précédent.

Le symptôme 8 a une fréquence aussi éloignée de celle du symptôme 7, que cette dernière l'est de la fréquence du symptôme 4. Il correspond au réveil des bourgeons dormants, ce qui fait paraître le plant exceptionnellement robuste, mais le rendement en grains ne correspond pas à la végétation. Ce symptôme n'est pas toujours aussi perceptible que les précédents.

A une fréquence aussi faible se trouve le symptôme 9, qui correspond à des feuilles anormalement larges, mais qui peut échapper à une observation faite à la hâte, autant et plus que le symptôme précédent.

Bien après, vient le symptôme 10, qui correspond à la perte des plants ou à la stérilité pratiquement totale des épillets. On a dit plus haut que, sauf des cas très exceptionnels, les plants ne périssent que si les traitements sont faits trop tôt et les épillets ne sont stériles que s'ils sont faits trop tard. Inutile d'ajouter que dans les deux cas les effets sont graves, et c'est la raison pour laquelle on les a réunis (mais aussi parce qu'ils correspondent à de grossières erreurs relativement à l'époque des traitements désherbants, rarement à de grosses erreurs relativement aux doses employées pour le désherbage).

Les symptômes 5 et 6 ont la fréquence la plus faible, sensiblement égale, ils sont : l'accélération du développement des chaumes fertiles pour le symptôme 5 et le nanisme des plants pour le symptôme 6. Comme on l'a dit précédemment, ces deux symptômes correspondent à deux effets opposés, liés à des conditions diverses et mal connues, parmi lesquelles on ne sait avec certitude s'il y a un rapport entre la substance auxinique absorbée par le plant, siège d'accumulation ou d'action, et la sensibilité (ou la réceptivité) des méristèmes.

Les pourcentages de fréquence des symptômes sont cependant très divers et, pour les essais réalisés, vont d'un maximum de 19,2 % à un minimum de 2,8 %. Ils sont les suivants : symptôme 1 = 19,2 % ; symptôme 2 = 18,2 % ; symptôme 3 = 9,2 % ; symptôme 4 = 13,0 % ; symptôme 5 = 4,6 % ; symptôme 6 = 2,8 % ; symptôme 7 = 11,1 % ; symptôme 8 = 8,8 % ; symptôme 9 = 7,4 % ; symptôme 10 = 5,7 % ;

Généralités sur les facteurs qui exercent une influence sur les plants de riz.

Voici selon nous, par ordre d'importance, les facteurs fondamentaux qui exercent une influence sur les plants de riz quand on applique des désherbants sélectifs hormonaux :

a) Epoque du traitement (par rapport au stade de développement des plants).

b) Dose de désherbant employé.

c) Caractéristiques chimico-biologiques du désherbant.

d) Température de l'air et, beaucoup moins important : la température de l'eau et l'insolation.

e) Densité des plants.

f) Hauteur du niveau d'eau dans la rizière.

Nous allons les passer brièvement en revue.

Quant à l'époque du traitement tous les riziculteurs la connaissent bien et nous n'insisterons pas là-dessus, mais nous rapporterons quelques données plus loin. Ce facteur est de loin le plus important pour assurer l'efficacité des traitements. Pour ce qui est de la dose (mesurée en acide équivalent par unité de surface) les riziculteurs connaissent bien la réaction des plants. Dans notre expérience nous avons considéré les doses suivantes :

a) 1 kg — 1,5 kg par ha au maximum ;

b) 1,5 kg — 3,5 kg par ha ;

c) plus de 3,5 kg par ha (jusqu'à 12 kg/ha).

La dose la plus ordinairement efficace et qui représente en même temps le moins de risques est celle de la catégorie (de 1,5 kg à 3,5 kg en acide équivalent par ha) de 2,4 D (acide 2,4-dichlorophénoxyacétique) et pour des sels et des esters « pesants ». Les sels et les esters « légers » sont moins toxiques et moins toxique encore est le MCPA (radical méthylchlorophénoxy) bien qu'il soit meilleur s'il est transformé en ester. On n'a pas trouvé de nombreux rapports entre les doses de 2,4 D et les dommages causés, car les symptômes et les effets sur le plant de riz finissent par être les même au-delà d'un certain seuil. Au contraire la relation est bien plus évidente quand il s'agit de traitements trop tardifs ou trop précoces.

En conclusion, des traitements excessivement tardifs ou précoces produisent sur les plants de riz des symptômes (et éventuellement des dégâts réels), relativement indépendants des doses (et peut être même de la nature de l'herbicide employé), comme s'il y avait un même seuil, que les doses soient supérieures ou inférieures aux doses moyennes. Cela signifie que le facteur « époque d'application » est bien plus important sous ce rapport, que le facteur « doses ».

Plus loin nous parlerons aussi des caractéristiques chimico-biologiques des herbicides en ce qui concerne les réactions éventuelles des plants de riz. Ces caractéristiques représentent un facteur intrinsèque moins nocif que le précédent, mais plus important que ceux qui suivent.

Les riziculteurs connaissent également l'influence de la température sur les plants de riz ; à une température plus élevée correspond une plus grande efficacité des herbicides et donc des risques plus grands d'endommager des plants. Nous ne pouvons que confirmer ces notions, car nous manquons de données précises pour appuyer nos affirmations.

C'est exprès que nous avons mis ensemble le facteur insolation et le facteur température, car on ne peut les dissocier quant à leurs effets sur les plants de riz lors de l'application d'herbicides, mais, aussi, parce que l'insolation est le facteur atmosphérique qui a la plus grande action sur la température de l'air (et de l'eau).

Ceci est confirmé par le fait que les plants de riz qui poussent à l'ombre (en bordure des champs, sous les peupliers, etc...) sont généralement plus sensibles que ceux qui poussent en plein soleil ; par le fait aussi que les plants sont plus sensibles là où leur densité est plus forte (il faut pourtant tenir compte de la possibilité d'une plus forte incidence de quelques maladies cryptogamiques telles que le « brusone »).

Il est probable que la température de l'eau influe aussi sur le plant dans le même sens que la température de l'air, mais nous n'avons pas de données précises. Elle a aussi plus d'influence sur l'efficacité du MCPA que sur celle du 2,4-D ; en considérant 25° C comme le seuil moyen normal, on peut diminuer du tiers ou du quart la dose de 2,4-D et de moitié celle du MCPA si on traite à une température notablement plus élevée.

Nous avons cité aussi la densité des plants de riz : si elle est excessive, ceux-ci s'étiolent, s'étirent, et le chaume est plus sensible aux herbicides.

L'effet de la hauteur du niveau d'eau dans les rizières peut être assimilé en partie à celui de la température dont

on a parlé ; mais il est en partie indépendant. Si nous écartons la possibilité (rare en pratique) qu'il tombe dans l'eau assez d'herbicide pour que les plants en souffrent, nous pouvons dire qu'en général, pour une même température, plus la hauteur d'eau est élevée dans la rizière plus les plants sont sensibles.

En réalité ces divers facteurs de sensibilité se combinent diversement, s'ajoutant ou s'opposant, de façon souvent inextricable. Nous ne pouvons donner que quelques exemples.

Généralement à de plus grandes doses par hectare d'un herbicide donné correspond un plus grand risque, c'est-à-dire un degré de réaction supérieur chez les plants ; c'est particulièrement évident lorsque les traitement sont très précoces (faits au moment du tallage) et encore évident pendant la période suivante « de sûreté » du traitement. Mais lorsque les traitements sont tardifs, surtout si c'est la période ou le riz est très sensible, celle de « botticella » ; ces différences pratiquement s'annulent en ce sens que des doses au-dessous de la normale peuvent être nocives. Mais presque toutes ces réactions se sont manifestées chez des organes alors en plein développement, les fleurs surtout (même lorsqu'elles sont encore aux stade de primordium), comme s'il y avait chez eux une accumulation sélective.

Quand les traitements sont tardifs, les différences d'activité des principes chimiques (2,4-D et MCPA) et de leurs sels ou esters pratiquement s'annulent, de sorte que l'échelle de sensibilité valable pour les brins en plein développement végétatif ne l'est plus lorsqu'ils ont dépassé ce stade.

D'autre part, si la température est élevée — soit en permanence, soit temporairement — les traitements précoces faits à dose normale peuvent être aussi dangereux que les traitements normaux tardifs, à cause des réactions des organes végétatifs des plants de riz.

On peut essayer de condenser les données dans le tableau suivant, en considérant les cas que l'on rencontre le plus souvent :

Traitements	Dose	Dommages causés au brins de riz
Trop précoces	normale	ils sont causés aux organes végétatifs ;
Précoces	forte	mêmes dommages si la température est élevée, les doses d'application n'ayant pas d'importance ; mais ils sont moins graves pour le MCPA que pour le 2, 4 D ;
	normale	
A l'époque normale	normale	aucun dommage ;
	forte	dommages minimes ou pratiquement nuls ;
Tardifs	normale	comme ci-dessus ;
	forte	aux organes reproducteurs, surtout si la température est élevée ;
Trop tardifs	forte	aux organes reproducteurs et indépendamment des doses et de la nature des produits.
	normale	
	basse	

Une influence, pas très importante, comparée surtout à celle qu'elle a sur les mauvaises herbes, est celle des pluies sur les plantes où l'on vient d'appliquer des herbicides.

Dans l'expérience que nous avons faite, le temps d'absorption moyen des diverses plantes (y compris le riz) dans des conditions atmosphériques moyennes est le suivant :

2,4-D acide ..... six à huit heures.
2,4-D sodique ..... six à huit heures.
2,4-D ammoniacal ..... trois à quatre heures.
2,4-D esters lourd ..... une heure et demi à trois heures
MCPA sel sodique ..... deux à trois heures.
MCPA sel d'amine ..... une à deux heures.
MCPA ester butylique .. une demi heure à une heure.

Cela signifie qu'une pluie d'au moins 1-2 mm se produisant après un traitement herbicide et, après qu'il se sera écoulé de telles périodes de temps, sera pratiquement sans effet sur l'efficacité de cet herbicide.

Influence des variétés de riz

Nous avouons que, si nous avons régulièrement tenu compte de différentes variétés de riz, il ne nous a pas été possible d'en tirer des conclusions, c'est pourquoi cette donnée n'a pas été rapportée sur les tableaux qui suivront.

Les données à ce sujet semblent être distribuées au hasard. En d'autres termes, la sensibilité intrinsèque des variétés aux traitements semble être un facteur d'intérêt secondaire par rapport aux autres variantes (époque du traitement, dose, nature du principe chimique utilisé, température, etc...). C'est pourquoi on ne trouve aucune donnée intéressante, pas même pour des groupes de variétés ou des lignées sélectionnées.

Ordre de fréquence des symptômes sur les plants de riz suivant les désherbants utilisés, là où des dégâts n'ont pas été signalés

D'après les données finales l'ordre de fréquence des symptômes est le suivant :

I) symptôme 1 ; II) symptôme 2 ; III) symptôme 4 ; IV) symptôme 7 ; V) symptôme 3 ; VI) symptôme 8 ; VII) symptôme 9 ; VIII) symptôme 10 ; IX) symptôme 5 ; X) symptôme 6.

On a déjà parlé de leur fréquence et de leurs associations. Cet ordre n'est pas le même, si l'on considère les symptômes induits par le 2,4-D et ses dérivés ou par le MCPA et ses dérivés. Le tableau indique ces fréquences des symptômes divers :

Tableau 1

2,4 — D		MCPA	
Ordre de fréquence	Symptôme	Ordre de fréquence	Symptôme
I	1	I	2
II	2	II	1
III	4	III	4
IV	7	IV	3
V	8	V	5
VI	3	VI	9
VII	10	VII	7
VIII	9	VIII	8
IX	6	IX	6
X	5	X	10

Pour le 2,4-D (et ses dérivés), comme pour le MCPA (et ses dérivés), avec presque les mêmes chiffres, on a la plus grande fréquence pour un nombre de racines adventives plus élevé qu'à l'ordinaire et se trouvant à une place anormale. Il en est de même pour le symptôme qui, après les précédents, est le plus fréquent : feuilles se détachant anormalement de la gaine.

Mais il y a ensuite une différence. Pour le 2,4-D, vient après le symptôme des feuilles tubulaires, tandis que pour le MCPA c'est l'allongement plus grand des tiges de riz. Comme le symptôme des feuilles tubulaires est plus grave que l'autre, à cause des dommages qui peuvent en résulter la nocivité du 2,4-D est plus grande que celle du MCPA.

Toujours par ordre de fréquence décroissante, pour le 2,4-D suivent le développement des bourgeons axillaires généralement dormants, ensuite l'excessif allongement des tiges ; pour le MCPA on a, avec une fréquence presque égale, l'accélération de la croissance des entrenœuds, les feuilles trop larges et seulement ensuite les feuilles en tube.

Les deux autres symptômes, pour le 2,4-D et avec une fréquence analogue, sont les symptômes de la mort des plants et des feuilles excessivement larges.

Les autres symptômes sont dans un ordre irrégulier de fréquence, d'un groupe à l'autre d'herbicides, mais leur fréquence est décroissante. Le dernier, pour le MCPA, est la mort des plants.

Pour les différents dérivés du 2,4-D et du MCPA, on a la série de données du tableau suivant :

TABLEAU 2

Ordre de fréquence	2,4 — D			MCPA	
	Sel de soude	Sel d'amine	Ester éthylique	Sel de soude	Ester butylique
I	1	1	1	2	1
II	2	2	2	1	2
III	4	4	8	4	3
IV	7	7	7	7	
V	5	3	3	5	
VI	3	8	5	3	
VII	8	5	—	9	
VIII	6	9	—		
IX	10	6	—		
X	9	10	—		

L'examen du tableau ci-dessus montre tout de suite avec évidence que l'on a des symptômes de gravité analogues pour l'acide 2,4-D et le sel de soude relatif, symptômes peut-être un peu plus graves pour le premier que pour le deuxième composé.

Bien plus léger est l'effet de l'ester éthylique, à peu près équivalent à celui du sel de soude de MCPA ; de plus, le nombre de symptômes observés descend de dix (pour l'acide 2,4-D et le sel de soude) à six et sept respectivement.

Mais l'effet qui est de loin le plus faible parmi les cinq dérivés examinés est celui de l'ester butylique de MCPA, avec trois symptômes seulement et les moins sérieux de tous.

A noter cependant que pour tous les désherbants, mais en particulier pour les dérivés du 2,4-D, les différences entre les fréquences des divers symptômes, d'une observation à l'autre, sont très grandes.

Si l'on compare la fréquence totale des symptômes dans les parcelles où l'on n'a pas constaté de dégâts et celles où — à tort ou à raison — il en a été signalé, on obtient cet ordre de croissance :

TABLEAU 3

	Sans dégâts signalés	Avec des dégâts signalés
I	1	1
II	2	2
III	4	4
IV	7	7
V	3	8
VI	5	10
VII	8	3
VIII	9	9
IX	10	5
X	6	6

L'ordre de fréquence reste invariable pour les quatre fréquences les plus élevées mais se modifie assez sensiblement pour les autres symptômes ; sauf le nanisme de tiges fertiles, qui se place également en dernier lieu. En particulier, là, où on n'a pas signalé de dégâts, la mort des plants est à la neuvième place, elle est à la sixième, là où des dégâts sont présumés.

Si on place par ordre de fréquence les symptômes causés par le 2,4-D et le MCPA, là où l'on n'a pas signalé de dégâts et là où l'on en a signalés, cet ordre n'est pas le même. Mais les éléments sont insuffisants pour permettre d'en tirer des conclusions.

Nous ne rapportons pas les fréquences qui correspondent aux sels acides, sels et esters du 2,4-D et du MCPA, car les données ne sont pas concluantes.

TABLEAU 4

Fréquence	Dégâts non signalés		Dégâts signalés	
	2,4 — D	MCPA	2,4 — D	MCPA
I	1	2	1	1
II	2	1	2	2
III	4	4	7	4
IV	7	7	4	9
V	3	9	8	3
VI	8	5	10	8
VII	5	9	3	5
VIII	10	—	9	—
IX	7	—	5	—
X	9	—	6	—

Ordre de fréquence des symptomatologies suivant que les traitements sont excessivement précoces ou tardifs

Comme la discrimination entre le 2,4-D (et ses dérivés) et le MCPA (et ses dérivés) ne nous permet pas de conclure, nous nous limitons à faire un résumé général pour tous les produits pris en considération pour les traitements précoces, tardifs et faits au moment voulu mais en utilisant des doses que l'on suppose excessives.

TABLEAU 5

Fréquence	Traitements		
	précoces	à l'époque voulue	tardifs
I	1	1	1
II	2	2	2
III	7	9	8
IV	4	3	4
V	8	4	9
VI	10	7	3
VII	6	10	7
VIII	9	8	10
IX	5	6	5
X	3	5	—

Les symptômes les plus fréquents, mais aussi les plus légers, sont communs aux trois cas considérés, mais la gravité (en se basant sur les faits constatés) semble diminuer de traitements précoces à ceux appliqués au moment voulu, mais à doses excessives, aux plus tardifs qui sont les traitements relativement les plus inoffensifs.

Quand les traitements sont tardifs le symptôme du nanisme des tiges fertiles n'apparaît pas (comme du reste on pouvait s'y attendre), symptôme qui est par contre assez fréquent avec les traitements précoces et moins avec ceux qui sont faits à une époque un peu plus tardive. Ceci s'explique bien avec le stade de développement des plants par rapport à l'époque des traitements.

Enchaînement et séquence des symptômes

En considérant toutes les données relatives, on a en résumé les fréquences suivantes dans les associations des symptômes, en commençant par les moindres :

TABLEAU 6

Ordre	Symptôme	Fréquence
I	1-2-4-7	12
II	1-2-3-4-8	9
	1-2-4-7-8-10	9
III	1	8
	1-2-4	8
	1-2-4-7-8	8
IV	1-2-3-4-7-9	7
	1-2-3-4-7-8-10	7
V	1-2-3-8-9	6
	1-2-3-4-5-7-8-9-10	6
VI	1-2	5
	1-2-3-4-5-7	5
	1-2-3-4-7-8-9-10	5
	1-2-3-4-5-7-8-9	5
Autres	divers	inférieures

D'après ces données on déduit que la séquence la plus fréquente est celle des symptômes suivants : nombre excessif de racines adventives et leur place anormale, feuilles se détachant anormalement des gaines, feuilles tubulaires ou développement de tiges en nombre excessif ou les deux symptômes.

12-231

MORO (R.). — **La separazione della lola** (La séparation de la balle et du riz cargo). *Il Riso*, Milan, 1957 (mars), n° 3, p. 10-3, fig., photo.

La séparation de la balle et du riz cargo a toujours été l'un des problèmes les plus difficiles à résoudre pour les constructeurs de machines destinées à l'usinage du riz ; nous ne voulons pas dire que ce problème n'ait pas encore été résolu, au contraire, l'effort de construction a été à la hauteur de la situation, des machines toujours plus perfectionnées ont été créées, dont la plus intéressante est le séparateur par système de dépression.

Pour bien mettre en évidence le principe de la séparation par dépression, il serait utile de montrer, ne serait-ce que brièvement, l'évolution de ces machines séparatrices et, sans en faire un véritable historique, les décrire suivant la date de leur construction et montrer, en même temps, pour quelles raisons les constructeurs ont cherché des perfectionnements toujours nouveaux, jusqu'à ce qu'ils aient atteint les meilleurs résultats.

Avant de commencer à décrire ces machines séparatrices, il serait bon de donner les deux exemples fondamentaux du système utilisant l'air pour effectuer la séparation de la balle.

1) Si, au centre d'un conduit ayant un diamètre constant, on introduit un ventilateur ; lorsque celui-ci est en marche il se produit un courant d'air, dans la section avant le ventilateur il y a une dépression (aspiration), et, dans la section après le ventilateur, une pression (compression).

En admettant que, théoriquement il n'y ait pas de résistance passive et que la vitesse de l'air reste constante dans les deux sections, on peut obtenir une aspiration de matériel à l'entrée du conduit ; ce matériel passe dans la section avant le ventilateur, puis est poussé dans la section après le ventilateur et est déchargé à l'extérieur.

2) Si le conduit d'entrée de ce premier exemple présente une chambre avant le ventilateur, l'air entre dans ce conduit à une certaine vitesse, par suite de la dépression que provoque le ventilateur.

Cependant l'air se détend dans la chambre, sa quantité reste constante mais sa vitesse décroit proportionnellement à la capacité de la chambre.

Si l'on fait subir à l'air, au moyen du ventilateur, une pression cinétique capable de soutenir le matériel jusqu'à ce qu'il pénètre dans la chambre, l'expansion de l'air provoque une chute de pression, le matériel n'est plus soutenu et il est obligé de tomber au fond de la chambre.

Il va sans dire que cette chambre doit avoir des dimensions idéales pour que se produise cet état de dépression.

Ces deux exemples mettent en évidence le comportement de l'air dans les divers types de séparateurs que nous allons décrire : les deux premiers ayant un circuit d'aspiration-compression, le troisième un circuit de dépression.

La fig. 3 représente un séparateur à double aspiration avec possibilité de transport de la balle par une voie pneumatique grâce au système de compression qui agit après le passage dans le ventilateur, c'est un des types les plus répandus dans les centres d'usinage du riz.

Avant d'entrer dans le cycle de séparation, le riz cargo mélangé à la balle est passé au crible A, pour en séparer les particules de son et les brisures de paddy ; la balle est séparée du riz cargo à l'extrêmité de chacun des deux plans inclinés et opposés qui constituent le crible et qui déchargent directement le matériel dans les conduits B-B'.

Les prises d'air C-C' placées au-dessus de l'endroit où les plans inclinés déchargent le matériel servent, par une éventuelle admission de l'air dans les conduits, à diminuer la vitesse de l'air, donc la force de soutien du matériel.

Le ventilateur est du type à basse pression et grand volume d'air. Il est conçu spécialement pour favoriser le passage de la balle dans les conduits mobiles de l'arbre mais comme il n'a pas toutes les caractéristiques voulues, son rendement est faible.

Cet aspirateur, tout en étant le plus répandu dans les rizeries, présente d'assez graves défauts, aussi bien dans le domaine mécanique de la séparation que relativement au circuit d'aspiration-compression.

Le défaut mécanique réside en ce que les trous des garnitures des plans inclinés (cribles) sont bouchés par des frag-

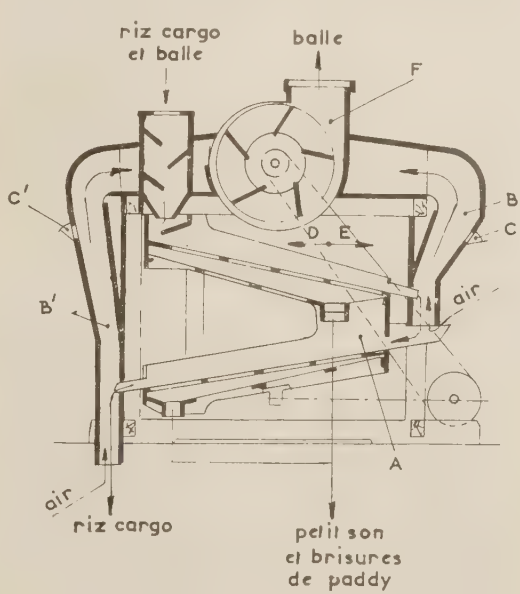


FIG. 3

ments de balle, dont le diamètre est légèrement supérieur à celui de ces trous et qui sont maintenus sur place par suite du mouvement rapide d'oscillation alternée du crible ; en effet la progression du matériel est fonction de l'inclinaison du plan, du déplacement et de la durée de l'oscillation.

Si l'on considère du matériel placé sur un plan ayant une certaine inclinaison (c'est le cas pour ce type d'aspirateur) et animé de mouvements rapides et alternés parallèles à l'axe central du crible et si nous appelons D le déplacement positif et E le déplacement négatif, dans le cas D la descente du matériel sur le plan incliné est favorisée et dans le cas E le matériel est poussé contre le plan, ce qui l'empêche de revenir à sa position de départ (cet exemple est valable pour le premier plan du crible).

Sous cette poussée négative les fragments de balle, ayant des dimensions légèrement supérieures aux trous de la garniture, se plaquent dessus de sorte que pour les dégager il faut opérer un nettoyage énergique.

Parmi les défauts de la séparation par voie pneumatique il faut énumérer le faible rendement du ventilateur (absence du diffuseur et des palettes habituelles), les pertes d'énergie dans les tuyaux qui, étant donné la grande masse d'air en action, sont plutôt importantes. Un défaut plus important est celui de l'usure du ventilateur F causée par le matériel qui le traverse.

La balle, dont le contenu en silice est assez élevé, est obligée, par suite du mouvement rotatif de l'arbre, de passer en même temps que l'air à travers les conduits mobiles, où elle acquiert une certaine vitesse et elle est ensuite entraînée dans le tuyau par une vis sans fin.

Lors de son passage entre les pales de l'arbre, la balle frappe leur surface, tandis qu'à la sortie des conduits mobiles elle est lancée par la force centrifuge contre la vis sans fin.

Pour remédier à ces inconvénients on utilise pour les pales des lames en fer de 5 ou 6 mm d'épaisseur.

Mais c'est encore insuffisant du fait que le matériel est mélangé à l'air, et comme les filets d'air, dans ce type de ventilateur, ne sont pas uniformes ce n'est que dans certains secteurs qu'il y a un frottement de la balle qui, de ce fait, les use rapidement.

Le second type de séparateur du riz cargo et de la balle, qui est un type à aspiration-compression, est un des modèles les plus récents. Bien entendu il est différent du type décrit ; en effet, les brisures de paddy et les particules de son se séparent du riz cargo et de la balle grâce à un plansichter qui, par son mouvement rotatif d'oscillation, améliore le rendement de la séparation et élimine les inconvénients du crible, dont les oscillations sont rectilignes et alternées.

Le mouvement rotatif du plansichter présente l'avantage de ne pas laisser se boucher les trous de la garniture parce qu'ils sont de plus grandes dimensions que la balle, bien que paraissant plus petits par suite de la vitesse de rotation.

Le système d'aspiration, qui a subi des modifications, présente toujours les mêmes défauts relatifs au passage de la balle dans le ventilateur. En effet, le plansichter se décharge directement dans la petite trémie C, et le matériel, entré dans le conduit F, est de nouveau déchargé dans la petite trémie D et dans le conduit F' ensuite. Le riz cargo sort tandisque la balle est entraînée vers le ventilateur B, en traverse l'arbre, et est poussée dans un cyclone ou bien expulsée.

Sur la fig. 4 sont indiquées le parcours du matériel et l'entrée de l'air qui effectue la séparation et le transport des produits.

L'écrou E sert à régler, pour quelle soit uniforme, l'aspiration des deux conduits F-F', tandis que les prises d'air G-G' servent, comme on l'a dit, à l'admission de l'air.

Le troisième type de séparateur, celui à dépression, appelé aussi «boite aspiratrice» se différencie des deux autres types à aspiration-compression, par le fait que la force agissant sur le riz cargo mélangé à la balle reste toujours un courant d'air mais ne travaille qu'en dépression, évitant ainsi des usures dues au frottement de la balle sur les conduits et le ventilateur si fréquentes chez les deux autres types.

L'incorporation de cette machine au cycle d'usinage, amène une modification de ce même cycle qui se présente ainsi : le riz cargo mélangé à la balle, provenant de la meule à décortiquer, va dans le plansichter 1 (fig. 5) pour la séparation des particules de son et des brisures de paddy ; il passe ensuite dans la boite aspiratrice 2 pour la séparation de la balle qui est dirigée vers la soupape d'alimentation 3, où elle est transportée par voie pneumatique et expulsée, tandis que le riz décortiqué poursuit son cycle d'usinage.

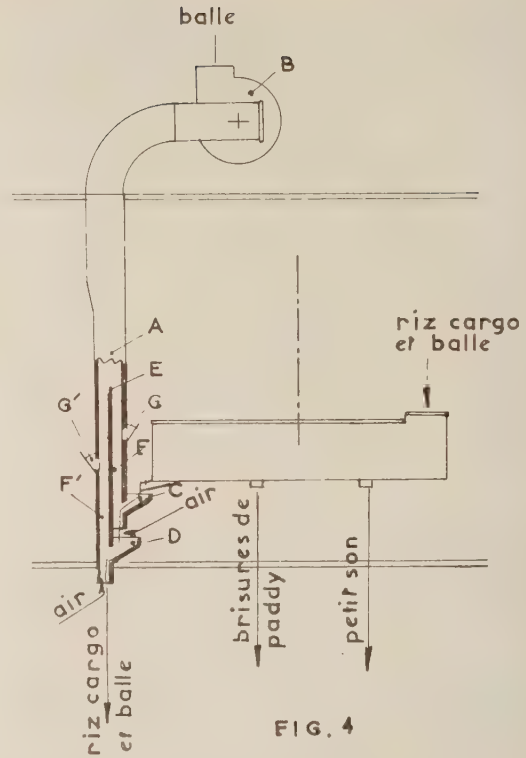


FIG. 4

La dépression est provoquée par un aspirateur centrifuge 4 relié par les conduits 6 à la boite aspiratrice et déchargeant les éventuelles poussières en suspension dans le cyclone.

Cette boîte aspiratrice est formée de deux caisses de dépression, maintenues par un châssis.

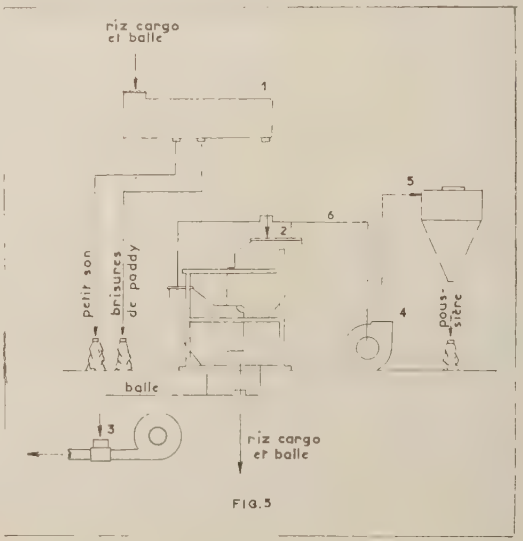


FIG. 5

La première caisse de dépression comporte un rouleau d'alimentation, muni d'un écrou qui sert à uniformiser la distribution du matériel à séparer ; celui-ci tombe dans un dispositif de forme appropriée, qui a pour effet de freiner sa vitesse de descente et de le laisser tomber dans une trémie, entraîné par son propre poids.

Des soupapes servent à régler l'entrée de l'air qui transporte jusqu'à la chambre de dépression la balle.

Le fonctionnement est le suivant :

L'aspirateur relié par des conduits aux deux caisses, provoque une dépression qui oblige l'air à y entrer, à une certaine vitesse, à travers des soupapes réglables. Cet air traverse le matériel qui tombe dans une trémie. La balle qui est plus légère que l'air est transportée de cette trémie à la caisse de dépression, où l'air se détend, bien que sa quantité demeure constante, ce qui détermine la chute de la vitesse d'entraînement et par conséquent la chute de la balle dans une autre trémie.

Dans la seconde caisse les mêmes phases de l'opération sont répétées ; les caractéristiques de fonctionnement sont les mêmes.

La balle est expulsée après avoir été entraînée par l'air que l'on a comprimé. La soupape d'alimentation, placée sur le conduit du transport et reliée aux deux orifices de déchargement de la balle, sert à fermer l'entrée de l'air et évite la formation d'un courant qui empêcherait la dépression dans les chambres.

Il n'est pas possible pour le moment, pour des causes de caractère technique, de présenter une coupe de cette machine qui représente les derniers progrès faits dans le domaine de la séparation de la balle et du riz cargo.

Cette description chronologique, peut-être un peu trop générique, étant donné l'importance du sujet, montre l'évolution des séparateurs en question ; avec l'élimination graduelle des défauts décrits, ces machines ont atteint le plus haut degré de perfection.

C'est la partie mécanique de la séparation qui a subi les premières modifications, avec la substitution du crible à mouvement rectiligne alterné par le crible rotatif ; la séparation des produits par le système de dépression s'est faite en dernier lieu, avec élimination du système d'aspiration compression.

Le système de séparation par dépression, bien qu'étant une des dernières réalisations dans le domaine de l'usinage du riz, trouve maintenant place dans les diagrammes modernes d'usinage.

Les usines modernisées et les récentes installations qui utilisent ce système en confirment le succès, non seulement en Italie mais dans des pays tels que la Turquie, l'Egypte et la France.

III

BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

SOLS

Propriétés

12-232

RUDRA (B. B.). — **Physico-chemical properties of the surface soils of three types of paddy areas** (Propriétés physico-chimiques des sols de surface de trois types de terrains de rizière). *The Indian Journal of agricultural Science*, New-Delhi, 1956 (sept.), vol. XXVI, nº 3, p. 293-9, bibliographie de dix références.

Au Bengale, on distingue trois types de rizières correspondant aux cultures suivantes :

1) « Aus », à riz d'automne, terrains élevés, jamais inondés et assez peu productifs.

2) « Aman », à riz d'hiver, ensemble des terrains bas et inondés pendant cinq à six mois. Le riz peut être suivi d'une seconde récolte (rabi) de moutarde, d'une autre céréale ou de haricots.

3) « Boro » à riz de printemps. Le riz pousse pendant la saison sèche sur ces terrains situés à proximité immédiate d'un cours d'eau permanent, ce qui permet des retenues d'eau par endiguement.

« Aman » donne 70 % de la récolte totale de paddy, vient ensuite « aus » avec 25 %, puis « boro » avec 5 %.

L'A. donne sous forme de tableaux les résultats d'une étude des propriétés physico-chimiques de ces trois types dans cinq localités, où ils ont été rencontrés adjaçants les uns aux autres.

Les tableaux donnent pour chaque :

la composition physique,
la capacité d'échange et les bases échangeables,
la teneur en azote et en carbone organique,
la teneur en azote ammoniacal et nitrique,
les teneurs en azote dans différentes fractions de sols organiques,
la teneur en phosphore assimilable et total.

Cette étude montre que les sols « boro » sont toujours plus riches en argile que les autres lorsqu'ils sont adjaçants. Ils sont plus riches en matière organique et en azote total contrairement aux autres sols et ont la plus grande capacité d'échange en base, le cathion principal étant le calcium.

Cependant les sols « boro » ne sont pas très utilisables pour des cultures autres que celles qui demandent un sol inondé.

12-233

VALLE (C. B.), BABÉ (E.). — **Tolerancia del arroz al cloruro de sodio en cultivos de aniego** (Tolérance du riz de culture inondée au chlorure de sodium). Bulletin nº 66, Estacion experimental Agronomica, Santiago De Las Vegas, Cuba, 1947 (juin), 16 p., 1 phot., 1 graph., bibliographie de seize références.

Jusqu'à la deuxième guerre mondiale, on pratiquait à Cuba la culture sèche du riz. Avec l'arrêt des importations d'Orient on a entrepris la culture du riz d'inondation car ses rendements sont plus élevés. Dans de nombreux cas les sols pouvant se prêter à cette culture présentaient des dépôts de chlorure de sodium à différentes profondeurs. Les A. A. ont essayé de déterminer les concentrations de sel nuisibles au plant de riz à ses différentes stades.

Les essais ont été effectués à l'aide de cultures en pot avec trois plants par pot. L'A donne les analyses physiques et chimiques de la terre utilisée.

Cinq concentrations de Cl Na (0,15 - 0,25 - 0,35 - 0,50 - 1 %), ont été utilisées pour submerger le sol à partir de trois époques différentes de la végétation (trentième, soixantième, quatre-vingt-dixième jour).

Un tableau récapitule les observations qui ont porté sur la date de floraison, la hauteur des plants au début et à la fin du traitement et le rendement en grains.

La tolérance du riz en chlorure de sodium varie avec l'âge et la taille du plant.

Une concentration dans l'eau d'inondation de 0,15 et 0,25 de chlorure de sodium a affecté les rendements des plants qui avaient trente jours ou soixante jours au moment de l'inondation. Une concentration de 1 % n'a pas affecté apparemment la production des plants ayant quatre-vingt-dix jours.

Une concentration dans l'eau d'inondation de 0,5 % a complètement empêché la production de grains des plants de trente à soixante jours, dont certains ont été tués.

Le chlorure de sodium a affecté la hauteur des plants de trente et de soixante jours, qui diminue au fur et à mesure qu'augmente la concentration du sel. La taille des plants de soixante et de quatre-vingt-dix jours a été à peine affectée. Il a retardé la floraison du riz, mais lorsque le pourcentage de sel est suffisant pour tuer le plant, celui-ci fleurit précocement avant de périr.

Sous l'action toxique, le plant présente les symptômes suivants : obscurcissement de sa couleur, flétrissement de la pointe des feuilles, jaunissement et mort. Quand le pourcentage de chlorure de sodium est suffisant pour tuer le plant en quelques jours, celui-ci jaunit et périt.

Avec un pourcentage de 0,25 et de 0,35 de chlorure de sodium la grosseur des grains des plants arrosés au jour trente et au jour soixante diminue. Un pourcentage de 0,35 a donné des grains crayeux.

En général, en même temps que s'élèvent les concentrations de sel dans l'eau d'immersion, les pourcentages de chlorure de sodium des feuilles augmentent. Le plant absorbe d'autant plus de sel qu'il demeure plus longtemps dans l'eau salée.

Fumures

12-234

Wahhab (A..), Bhatti (H. M.). — **Effect of various sources of nitrogen on rice paddy yield** (Influence des diverses sources d'azote sur le rendement en paddy). *Agronomy Journal*, Madison, 1957 (mars), vol. 49, nº 3, p. 114-5, tableaux, bibliographie de vingt références.

Des essais d'engrais ont eu lieu au Pakistan occidental de 1952 à 1955, afin de déterminer sous quelle forme la fumure azotée du riz était la plus efficace.

Les traitements ont été les suivants :

témoin sans fumure,

30 livres par acre (33 kg/ha) d'azote sous forme de sulfate d'ammoniaque,

30 livres par acre (33 kg/ha) d'azote sous forme de nitrate d'ammoniaque,

30 livres par acre (33 kg/ha) d'azote sous forme de nitrate de potasse,

30 livres par acre (33 kg/ha) d'azote sous forme de cyanamide calcique,

30 livres par acre (33 kg/ha) d'azote sous forme d'urée,

15 livres/acre sous forme de sulfate d'ammoniaque et 15 livres/acre sous forme de nitrate de potasse.

Les traitements ont eu lieu deux à trois semaines après le repiquage.

Le dernier traitement a été effectué en une fois comme précédemment ou en deux applications : le sulfate d'ammoniaque deux à trois semaines après le repiquage et le nitrate de potasse immédiatement avant l'épiaison.

Les accroissements de rendements par rapport au témoin sont donnés dans le tableau suivant, dans lequel les chiffres donnés portent sur des moyennes de trois ans, sauf pour la cyanamide où ils portent sur deux ans et l'urée où ils portent sur un an seulement.

Traitements	Accroissement de rendement kg/ha	% d'accroissement	Accroissement relatif par livre d'azote	Efficacité relative %
Sulfate d'ammoniaque ..	665,7	38,1	90,4	100
Nitrate d'ammoniaque .	490,2	31,1	66,6	78
Nitrate de potasse	335,6	22,2	45,9	54
Cyanamide calcique	428,4	30,2	58,5	76
Urée	745,8	33,4	101,7	110
Sulfate d'ammoniaque et nitrate de potasse :				
une application	194,9	13,9	26,5	33
deux applications fractionnées	503,8	29,3	68,4	79

On constate donc que l'azote sous forme ammoniacal accroît davantage les rendements que l'azote nitrique. La cyanamide calcique et l'urée sont également plus efficace que l'azote nitrique.

L'azote nitrique appliquée immédiatement avant l'épiaison est beaucoup plus efficace que lorsqu'il est appliqué en début de culture.

12-235

Cruz (T. C.), Tilo (S. N.). — **The response to fertilization of lowland rice planted at different spacings** (Réaction du riz de plaine aux engrais à différents écartements). *The Philippine agriculturist*, Laguna, 1956 (juill.), vol. 40, nº 2, p. 51-6, 4 tableaux.

Des essais de fertilisation et d'écartements ont été conduits sur des champs d'expérience dont les sols avaient la composition suivante :

Répétitions	pH	mat. org.	P p.p.m.	Milliéquivalents pour 100 g					
				CEC	Ca	Mg	Mn	K	Na
I et II	6,65	3,3	115	28,5	14,4	10,0	0,05	0,30	0,25
III et IV .	6,15	3,4	93	27,0	13,0	10,0	0,04	0,79	0,10

Les espacements essayés sont : 50 × 50 cm avec un plant par touffe, 25 × 25 cm avec deux plants par touffe et plantation non uniforme à environ 15 × 15 cm entre les touffes avec deux à quatre plants par touffe. Ils correspondent respectivement à quatre, seize et quarante-quatre touffes au m².

Les engrais ont été appliqués en trois fois. La première application, douze jours après le repiquage, comprend la totalité de P et K et 25 % de l'azote sous forme de sulfate d'ammoniaque, la deuxième, vingt-deux jours après le repiquage, 35 % de l'azote et la troisième, cinquante-trois jours après le repiquage, 40 % de l'azote.

Les formules N P K ont été les suivantes : 30-90-90, 60-90-90, 90-90-90. Ces formules n'ont pas donné de résultats significativement différents.

Les espacements ont par contre donné des résultats significativement différents. L'intéraction espacement-fertilité montre que sans engrais le rendement s'élève en même temps que la densité. Le rendement croît avec la fertilité pour l'espacement 50 × 50 cm, il décroît lorsque la fertilité s'élève pour l'espacement 15 × 15 et il n'ait pas effecté par la fertilité pour l'espacement 25 × 25.

La production de paille est significativement plus élevée dans les parcelles fertilisées que dans le témoin, mais les diverses doses d'engrais n'ont pas donné des différences significatives.

La production de paille est d'autant plus grande que l'écartement entre les touffes est faible.

Le rapport paille grain est accru à la fois par la proportion d'azote de l'engrais et par la densité de plantation.

La fertilisation n'a pas d'influence sur le nombre de talles et de panicules par touffe, mais accroît la longueur de ces dernières. Les grands espacements augmentent à la fois le nombre de talles et la longueur des panicules.

Les grands espacements ainsi que la fertilisation accroissent la hauteur des plants.

Le pourcentage de grains pleins décroît lorsque la quantité d'azote croît, l'espacement n'a pas d'action.

Le poids des grains n'est pas influencé par la fertilisation mais l'est pas l'espacement (25 × 25 produit les grains les plus lourds).

La verse n'a pas été observée à l'espacement de 50 × 50. Dans l'espacement 25 × 25, elle s'est manifestée seulement pour les taux d'azote élevés. A l'espacement 15 × 15, c'est seulement dans le témoin qu'elle ne s'est pas manifestée.

La maturité est retardée par les faibles densités de plantation, mais n'est pas influencée par les engrais.

L'A conclut en remarquant que ces essais montrent à quel point il est nécessaire de tenir compte de tous les facteurs lorsqu'on interprète des essais d'engrais.

12-236

GALVEZ (N. L.), OCHAVILLO (E. A.), MELODIA (F. S.), BRADY (N. C.), CORPUZ (I. T.), NAZARENO (N. B.), LOPEZ (A. B.). — **The effect of different rates of nitrogen on the yield and chemical composition of corn** (Influence de diverses quantités d'engrais azoté sur le rendement et la composition chimique du maïs). *The Philippine Agriculturist*, Laguna, 1956 (août), vol. 40, n° 3, p. 104-14, 10 tableaux.

Les A. A. donnent sous forme de tableaux les résultats de deux essais effectués sur deux types de sol différents portant sur la fumure azotée du maïs.

Huit hybrides et deux variétés issues de pollinisation libre ont été utilisées. Trois doses d'azote 45, 90 et 135 kg/ha ont été étudiées et appliquées sous forme de sulfate d'ammoniaque. Les observations ont porté sur les accroissements de rendement en maïs grains et maïs fourrage ainsi que sur les teneurs des grains et du fourrage en azote et en phosphore.

Dans les deux essais (Lalakay et Maquiling), les rendements de maïs-grains ont été accrus de façon significative par l'apport d'engrais azoté. A Lalakay pour 45 kg/ha le rendement s'est élevé de 1126 kg/ha, pour 90 kg/ha il s'est accru à 1620 kg/ha. A Maquiling la dose économique a été de 45 kg/ha.

La teneur des grains en azote s'accroît de façon significative à mesure que la dose d'engrais est augmentée. Les moyennes passent de 1,23 % d'azote dans les grains du témoin, à 1,49 % pour 45 kg/ha d'azote, 1,68 % pour 90 kg/ha. Aucune corrélation n'a été observée entre la teneur des grains en phosphore et les applications de fumure azotée.

Un accroissement significatif de rendement de maïs-fourrage par rapport au témoin a été observé avec des fumures de 45 et 90 kg/ha d'azote, sans qu'on observe cependant une différence significative entre ces deux traitements. Une application de 135 kg/ha d'azote donne un accroissement significatif par rapport aux doses de 45 et 90 kg/ha.

L'apport de fumure azotée n'a pas modifié de façon constante et significative les teneurs du maïs-fourrage en azote et phosphore.

En général le meilleur fourrage au point de vue de sa teneur totale en azote a été aussi un bon producteur de grain à tous les taux de fumure azotée utilisée.

12-237

ALLRED (E. R.), POMROY (J. H.). — **Introducing fertilizer solutions into high-pressure irrigation systems** (Introduction de solutions fertilisantes dans le dispositif d'irrigation sous forte pression). *Agricultural Engineering*, Saint-Joseph, 1954 (mars), vol. 35, n° 3, p. 171 et 178, 2 schémas, 2 graphiques.

Les A. A. examinent d'abord les dispositifs existants déjà : introduction sur la partie aspirante de la conduite, sur la partie refoulante, grâce à des dépressions créées par venturi et aspirations diverses, etc... Ces derniers systèmes sont critiqués pour la perte de charge qu'ils provoquent.

Puis les A. A. exposent leur propre système, qui consiste à mettre un réservoir en dérivation sur la conduite refoulante. Le réservoir est mis en service ou isolé par la manœuvre de deux vannes (en amont et en aval). Un orifice de chargement permet son remplissage.

Le dosage des solutions fertilisantes est obtenu par le jeu des vannes de débit des canalisations principales ou de dérivation (réservoir) ou par modification du diamètre de ces dernières.

Les études des A. A. ont porté sur l'influence de la forme des canalisations de dérivation : l'avantage revient aux formes réduisant au minimum les angles.

La quantité la plus importante de fertilisant part dès le début de la mise en circuit de la dérivation.

On peut pallier cet inconvénient de l'irrégularité dans la distribution en agissant : soit sur le débit du réservoir, soit en fractionnant, en plusieurs remplissages du réservoir, la quantité de fertilisant à incorporer au liquide.

12-238

CALMA (V. C.), ESCURO (P. B.). — **Fertilizer tests on corn** (Essais d'engrais sur le maïs). *The Philippine Agriculturist*, Laguna, 1954 (déc.), n° 6-7, vol. 38, p. 503-7, 3 tableaux.

Les résultats d'essais de diverses formules d'engrais effectués au Collège d'Agriculture et portant sur plusieurs années sont donnés dans le tableau suivant :

Saison	Formule	Quantités ayant donné les meilleurs résultats kg/ha	Rendement témoin q/ha	Excédent de rendement dû à l'engrais %
Sèche	14—6—2	150	8,31	80,76
Humide...		150	13,06	40,10
Sèche	15,5—20—0	75	10,60	41,34
Humide...		50	14,03	12,47
Sèche	9—9—4	100	5,54	38,36
Humide...		150	6,8	80,26
Sèche	6,84—14,78—1,17	150	13,15	16,93
Humide...				
Sèche	14—11,7—26	100	6,07	76,38
Humide...		100	7,3	93,33
Sèche	13—13—8	75	7,6	40,48
Humide...		100	13,8	51,59
Sèche	13—6—2	150	6,1	63,02
Humide...		150	15,7	46,03
Sèche	0—(18—20)—0	100	10,4	29,4
Humide...		100	6	63,4
Sèche	20—20—0	100	5,3	70,71
Humide...		100	6,8	60,51
Sèche	20—20—0	100	11,3	43,10
Humide...		100	8,9	59,05
Sèche	10—6—2	150	6,9	47,53
Humide...		150	11,0	27,61
Sèche	sulfate d'ammonium	150	7,7	70,82

ÉCONOMIE RURALE AGRICOLE

Sociologie rurale. Paysannat

12-239

L'évolution de l'économie malgache en 1955. *Bulletin de Madagascar*, Tananarive, 1956 (oct.), n° 125, p. 856-61.

Cette analyse concerne l'amélioration de l'économie rurale.

L'année 1955 a vu se poursuivre une dépression économique grave, accentuée dans la deuxième moitié par la chute rapide et brutale des cours mondiaux du café, du riz, des viandes.

C'est une crise commerciale : les producteurs n'ont pu absorber les stocks de marchandises constitués en 1954 par les commerçants.

Pour rendre au producteur son pouvoir d'achat, il faut une :

amélioration des rendements superficiaires et de la qualité,

diminution des prix de revient à la production,

diminution du coût des transports intérieurs et des services,

diffusion généralisée du crédit agricole à bon marché.

C'est pourquoi de nouveaux moyens de modernisation du paysannat sont intervenus, les « Secteurs de paysannat » et les « Groupements de collectivités ». Des « Collectivités autochtones rurales » ou C. A. R. (Arrêté du 7 juin 1950) avaient déjà été organisées, aidées par la « Centrale d'équipement et de Modernisation du Paysannat Malgache » (Décret du 14 juin 1951, Arrêté du 8 octobre 1951) : C. E. A. M. P. Un « Conseil Supérieur du Paysannat », C. S. P., composé de fonctionnaires et de représentants des diverses assemblées, fixe les programmes et en suit l'exécution.

Le vocable de « Collectivité autochtone rurale modernisée » (C. R. A. M.) désigne une C. A. R. ayant passé convention avec le C. E. A. M. P.

Depuis 1952, les C. R. A. M. ont fait leurs preuves, dans le domaine du crédit en espèce et surtout en nature, du stockage des produits, de la mise en valeur des terres nouvelles. Elles constituent le support social et politique de toute action économique.

Les « secteurs de paysannat » sont des « périmètres au sein desquels, par une action directe et personnelle auprès des agriculteurs, sont appliquées d'une manière coordonnée toutes les formes d'assistance technique et financière propres à assurer les meilleurs rendements superficiaires et à améliorer la productivité individuelle de chaque cultivateur ». Ils sont l'unité élémentaire d'intervention des services d'assistance technique. Actuellement, vingt-deux secteurs couvrent 45.905 ha (3,5 % des superficies totales cultivées).

Secteurs et C. R. A. M. se complètent : les collectivités bénéficient en priorité de l'encadrement prévu pour les secteurs, tandis que ceux-ci évolueront rapidement pour pouvoir être érigés en collectivités.

Mais cette action n'intéresse qu'une faible partie de la masse paysanne.

Sur une échelle plus grande les « groupements de collectivités », dans le cadre du district, fournissent à leurs ressortissants les moyens techniques et financiers, assurent certains services communs : utilisation collective de matériel, commercialisation de produits.

Ils sont administrés par un « Conseil de groupement » réunissant : le chef de district et les représentants des collectivités et services techniques.

L'effort de vulgarisation reste à développer : enseignement, recherche agronomique (ORSTOM).

12-240

Le paysannat algérien. Résultats de l'activité des secteurs d'améliorations rurales (S. A. R.)
Documents algériens, Alger, Série économique, nº 120, 1956 (25 nov.), 19 p., 23 tableaux.

Le paysannat se propose de trouver les solutions à tous les problèmes agricoles, touchant à l'amélioration de la condition des populations rurales d'Algérie. Ces dernières se classent en : une partie évoluée cultivant quelque cinquante mille exploitations, et une autre s'en tenant aux pratiques traditionnelles, soit environ cinq cent mille fellahs et cent cinquante mille pasteurs.

Sur ces derniers, l'intervention doit être principalement directe. Elle se fait par l'intermédiaire des secteurs d'améliorations rurales, qui sont des secteurs territoriaux de la Société Agricole de Prévoyance, qui sert de support à la gestion administrative, comptable et financière.

Des tableaux résument les données suivantes au 31 décembre 1955 :

Nombre de S. A. R. : 200.

Surface couverte : 18.200.000 ha.

Fellahs et pasteurs groupés : 340.000.

Valeur des immeubles construits : 1.518.861.000 fr.

Valeur du matériel mécanique collectif : 3.062.927.000 fr.

etc..., etc...

Total des crédits investis : subventions du budget : 5.406.700.000 fr.

Avances : 3.774.800.000 fr., etc..., etc...

Augmentation de ressources obtenue dans les S. A. R. de culture : 7.383.841.000 fr.

Augmentation de ressources obtenues dans les S. A. R. d'élevage : 3.326.252.000 fr.

Statistiques. Enquêtes agricoles
Prix de revient

12-241

QUINTANA (E. U.). — **Factors affecting costs and returns of palay production in Iloilo** (Facteurs influant sur le coût et les revenus de la production de paddy en Iloilo). *Philippine Agriculturist*, Laguna, 1955 (nov.), vol. 39, nº 6, p. 365-8.

En 1952-1953, une étude des exploitations agricoles en Iloilo a montré que les facteurs influant sur les revenus de la riziculture étaient : la dimension des exploitations, les rendements et l'efficacité du travail.

Les observations faites sont résumées dans les tableaux donnés ci-après ; dans lesquels les prix ont été traduits en francs sur la base de 1 peso = 175 fr. et les poids en quintaux sur la base de 1 cavan = 0,449 q.

Dimensions de l'entreprise en ha	Culture irriguée		Culture non irriguée	
	Recettes	Dépenses	Recettes	Dépenses
1,9 ou moins.....	19.950	23.800	104.125	33.650
2 à 3	28.700	24.150	37.275	23.625
3,1 ou plus	36.225	22.400	23.975	18.375

Les revenus élevés à l'ha dans les fermes en culture non irriguée de petite dimension s'expliquent par des revenus provenant d'une activité extérieure à la ferme.

RELATION ENTRE LE RENDEMENT ET LE COÛT PAR QUINTAUX

q/ha	Culture irriguée		Culture non irriguée	
	moy. q/ha	Σ coût/q	moy. q/ha	coût/q
11 ou moins	9,24	7.180	9,24	5.110
11 à 15,4	14,52	5.600	13,20	4.260
Plus de 15,4	20,68	3.640	20,24	3.455

RELATION ENTRE DIMENSION DE L'EXPLOITATION ET TRAVAIL

Dimension de l'exploitation	Nombre de journées de travail (8 heures) à l'ha			
	Culture irriguée		Culture non irriguée	
	hommes	animaux	hommes	animaux
1,9 ha ou moins .	126	24	120	21
2 à 3	113	21	97	19
3,1 ou plus	93	19	74	14

12-242

SACAY (J.). — **Farm investment and income of rice farmers in the Maahas-Maitim area Laguna 1952- 1953** (Investissements et revenus des riziculteurs dans la région Maahas Maitim, Laguna, 1952-1953). *The Philippine Agriculturist*, Laguna, 1954 (sept.-oct.), vol. 38, nos 4-5, p. 306-19, 16 tableaux.

L'A. rend compte d'une étude, effectuée en 1952-1953 dans la région de Maahas Maïtim à Laguna, pour déterminer la valeur des capitaux investis par les riziculteurs, l'importance de leurs entreprises agricoles, leurs recettes, leurs dépenses et leurs revenus.

Sur les quatre-vingt-dix-neuf riziculteurs contrôlés au cours de cette étude, quatre-vingt-quatre sont fermiers, neuf copropriétaires et six propriétaires.

La moyenne des capitaux investis est de 10.920 pesos (environ 1.900.000 fr.) par exploitation. 91 % des investissements sont sous forme de terre.

Dans les exploitations en fermage, les fermiers possèdent en moyenne seulement 7,6 % des investissements.

La dimension moyenne des exploitations est de 2,01 ha : 1,95 ha pour les exploitations en fermage, 3,04 ha pour celles en copropriété, 1,27 ha pour celles en faire valoir direct. En fait, la surface moyenne des exploitations en fermage est plus élevée que celle des exploitations en copropriété, car celles-ci ne comportent que 8,7 % de terres irriguées, où deux cultures annuelles sont possibles, alors que les premières en comportent 81,4 %.

Les recettes moyennes par exploitation sont de 1.730 pesos (303.750 fr.), dont 86,1 % proviennent du riz. Les exploitations en fermage ont les recettes les plus élevées, celles en copropriétés les plus faibles.

Les dépenses moyennes sont de 1.263 pesos (215.025 fr.), le fermage et les frais de récolte en constituent la partie la plus importante.

L'A. distingue ensuite le « revenu du travail », qui est la différence entre recettes et dépenses moins les intérêts du matériel appartenant à l'exploitant, et le « bénéfice du travail » qui englobe en outre la valeur des produits de la ferme directement utilisés par la famille de l'exploitant.

Le « bénéfice du travail » moyen est 767 pesos (134.200 fr.).

Les fermiers ont des « bénéfices du travail » supérieurs à ceux des propriétaires et des copropriétaires.

Une relation positive existe entre la surface cultivée et les bénéfices.

La moyenne des revenus extérieurs à la ferme est de 67 pesos (11.725 fr.) pour l'exploitant et 28 pesos (4.900 fr.) pour sa famille. La moyenne des revenus totaux d'une famille s'établit à 965 pesos (168.875 fr.).

La Société

RHÔNE-POULENC

21, rue Jean-Goujon — PARIS (VIIIe)

vous offre

1° Pour **LA DÉSINFECTION DES SEMENCES**
Riz - Arachides - Sorgho, etc.

DÉSINFECTANT RHODIA

2° Contre **TOUS LES INSECTES**

RHODIATOX
parathion

PACOL
oléoparathion

SUMITOX
malathion

3° Contre **TOUTES LES MALADIES CRYPTOGAMIQUES**

RHODIACUIVRE
sulfate basique de cuivre

RHODIASOUFRE
soufre micronisé mouillable

CARBAZINC
fongicide de synthèse à base de zirame

ACTES OFFICIELS

DÉFENSE DES CULTURES

Arrêté n° 344-SE/AGR/CG, du 17 décembre 1956, relatif à la protection de la culture du cotonnier contre les insectes nuisibles et les maladies à Madagascar.

Le Gouverneur Général.

Vu.....

Arrête :

Article premier. Jusqu'à une date qui sera fixée ultérieurement la culture du cotonnier est soumise à autorisation préalable.

Les autorisations seront délivrées par les chefs de province sur proposition des chefs des services agricoles provinciaux.

Art. 2. La culture du cotonnier ne pourra être pratiquée qu'avec des semences agréées par le service provincial de l'agriculture de la région intéressée et dans des conditions qui seront fixées par ledit service.

Art. 3. Conformément à l'article 8 de l'arrêté n° 406-SE/AGR/CG du 11 décembre 1950, toute personne pratiquant la culture du cotonnier sur le territoire de Madagascar est tenue d'assurer le bon état phytosanitaire de cette culture.

A cet effet, tout producteur devra effectuer, par lui-même ou par l'intermédiaire des organisations qui pourront être créées dans ce but, tous les traitements insecticides et antiparasitaires et appliquer toutes les mesures d'hygiène culturale qui seront prescrites par le service de la défense des cultures.

Art. 4. Afin de restreindre la pullulation des insectes nuisibles et la propagation des maladies du cotonnier, les plants de cotonnier ne pourront demeurer sur le terrain, à l'issue de chaque campagne culturale, au-delà d'une date limite dite de fin de culture. A cette date, tous les plants de cotonnier auront dû être arrachés et détruits par le feu ou enfouis conformément aux prescriptions du service de la défense des cultures.

La date de fin de culture du cotonnier sera fixée chaque année, pour chaque district intéressé et pour chaque type de culture du cotonnier visée, au cours de la campagne culturale en cause, au moins deux mois à l'avance. Cette date sera proposée conjointement par le Chef du service provincial de l'agriculture et par le chef du service de la défense des cultures. Elle sera prescrite par arrêté du chef de la province intéressée.

Art. 5. Les infractions aux dispositions du présent arrêté et des textes qui seront mis en vigueur pour son application seront passibles des sanctions prévues par la loi du 26 novembre 1952.

Art. 6. Le présent arrêté sera enregistré, publié et communiqué partout où besoin sera.

J. O. de Madagascar, 1957 (5 janvier), p. 38.

Arrêté n° 1 029/AGR, du 29 septembre 1956, réglementant la protection des cultures de caféiers contre le scolyte du grain de café en Oubangui-Chari.

Le Gouverneur de la France d'Outre-Mer.

Vu.....

Sur la proposition du chef du Service de l'Agriculture de l'Oubangui-Chari.

Arrête :

Art. 1er. Les arrêtés du 27 février 1952 et du 28 septembre 1955, sont complétés par les mesures suivantes en ce qui concerne l'Oubangui.

Art. 2. Le symptôme classique des attaques de scolyte est représenté par la cerise de café « piquée » dans la région diamétralement opposée au pédoncule.

Le degré d'infestation dans une plantation sera défini par le pourcentage de grains dits « piqués » par rapport au nombre total de grains formés, susceptibles d'être piqués.

Art. 3. Le degré d'infestation ne pourra être constaté avant le 1er mai en Oubangui et sera déterminé, à partir de cette date, par la méthode suivante :

Récolte totale des cerises sur quatre rameaux latéraux pris au hasard sur un minimum de 50 pieds de caféiers également pris au hasard sur l'étendue de la plantation.

Séparation des baies de grosseur inférieure à 7 mm de diamètre à l'aide d'un tamis à mailles appropriées (7 mm ou maille de 7 mm de côté).

Comptage du nombre total de grains récoltés supérieurs à cette grosseur et dénombrement des grains « piqués ».

Art. 4. Est considérée comme étant infestée par le scolyte et justiciable des mesures prévues à l'article 5, toute plantation où il est possible de définir, par le prélèvement d'échantillon indiqué à l'article 3, un taux de grains piqués supérieur à 30 % des grains récoltés, dont le diamètre est supérieur à 7 mm.

Art. 5. Les mesures permettant de combattre le scolyte du grain en vue d'obtenir une diminution rapide et sensible de ce degré d'infestation, sont les suivantes :

a) Traitement : du début mai à la fin juillet à l'aide de produits insecticides, utilisés à des doses et à des fréquences reconnues efficaces.

b) Récolte sanitaire : après la grande récolte pour les baies laissées sur les caféiers, ou tombées à terre.

Ces baies récoltées dans la matinée seront soit détruites par le feu, soit échaudées par trempage de cinq minutes dans l'eau bouillante, soit traitées sur aire par saupoudrage à l'aide de poudres insecticides reconnues efficaces et agréées par la législation française en matière de traitement des denrées alimentaires.

Art. 6. Le propriétaire, ou son représentant, d'une plantation reconnue comme étant infestée par le scolyte sera mis en demeure d'en effectuer la désinsectisation après constatation contradictoire de l'état des lieux et établissement d'un procès-verbal. Il disposera d'un délai de vingt jours à partir de la mise en demeure pour effectuer les mesures prescrites.

Art. 7. Si un propriétaire, ou son représentant, refuse d'effectuer ou n'effectue pas après les vingt jours de délai prescrit, les mesures de désinsectisation prévues à l'article 5, l'agent du Service de la protection des végétaux ou tout agent du Service de l'Agriculture habilité, notifie ces mesures à l'intéressé par lettre recommandée

ou par voie d'affichage, avant leur exécution. Copie de cette notification est adressée au chef de la circonscription administrative où les opérations doivent avoir lieu.

Les travaux de défense sanitaire sont alors effectués sur l'ordre et sous le contrôle du Service de la protection des végétaux. Le budget du territoire supporte provisoirement les frais découlant de l'opération. Le recouvrement en est poursuivi auprès du propriétaire par toute voie de droit après l'établissement d'une note de frais conformément à l'article 8.

Art. 8. La note de frais établie par le chef du Service de l'Agriculture sur proposition de l'agent ayant effectué le traitement, devra comprendre en particulier :

le coût de l'insecticide utilisé calculé d'après les cours en vigueur sur la place à l'époque du traitement ;

les frais de main-d'œuvre occasionnés par le traitement y compris la main-d'œuvre de préparation éventuelle du terrain ;

les dépenses de carburants et ingrédients employés pour le traitement ;

les frais occasionnés par le transport des produits, du matériel et de la main-d'œuvre, du chef-lieu au point de l'opération ;

les frais d'amortissement du matériel ;

ainsi que tous frais supplémentaires résultant de l'opération.

Art. 9. Les infractions au présent arrêté seront punies conformément aux dispositions de l'article 8 de la loi n° 52-1256 du 26 novembre 1952.

J. O. de l'A. E. F., 1956 (1er nov.), p. 1408.

Circulaire du 22 mars 1957 concernant le commerce et l'emploi des spécialités antiparasitaires agricoles systémiques

Le Secrétaire d'Etat à l'Agriculture,

A Messieurs les Préfets,

Certaines substances antiparasitaires à usage agricole dites « systémiques » ou « endothérapiques » nécessitent, en raison de leur toxicité et de leur caractère particulier de diffusion dans le système vasculaire des plantes traitées, l'observation de diverses dispositions et précautions qui sont énoncées ci-après :

I) Nature, concentration et conditions de commerce des spécialités

Les substances ayant le caractère spécial précité sont :

1° Le diméthyléthyl-mercaptoéthyl-thionophosphate qui doit être présenté en spécialités commerciales dont la concentration ne dépasse pas 50 p. 100 ;

2° Le diméthylthiolophosphoryméthyl-méthoxypyrone, qui doit être présenté en spécialités commerciales dont la concentration ne dépasse pas 20 p. 100.

Les spécialités à base de ces substances ne peuvent faire l'objet de commerce et de publicité que dans la mesure, où elles ont reçu l'autorisation de vente prévue par la loi validée du 2 novembre 1943 sur le contrôle des produits antiparasitaires.

Elles doivent être dénaturées par des matières colorantes ou odorantes afin d'éviter toute confusion avec d'autres produits, notamment des boissons.

Elles doivent être étiquetées et délivrées dans les conditions fixées pour les substances vénéneuses du tableau A par le décret du 26 novembre 1956, articles R 5149 à R 5169 (*Journal Officiel* du 28 novembre 1956).

II) Cultures pouvant être traitées. Conditions d'emploi

Il est autorisé de traiter toutes cultures par lesdites spécialités, à l'exception des cultures maraîchères.

La concentration d'emploi agricole des solutions prêtes à être pulvérisées ne doit pas dépasser 0,1 p. cent de matière active.

Tout traitement par ces spécialités doit être suspendu pendant le mois qui précède la récolte.

III) Précautions d'emploi

Les précautions qui doivent être observées au moment de l'emploi sont celles fixées par l'article 8 de l'arrêté du 10 avril 1952 sur les esters thiophosphoriques (*Journal Officiel* du 16 avril 1952).

IV) Dispositions particulières au traitement des houblons

Sous réserve de l'observation des conditions d'homologation, de dénaturation, d'étiquetage, de commerce et d'utilisation précitées, il peut être fait emploi, exclusivement pour les houblonnières, de l'oxyde bisdiméthylaminofluoro-phosphoneux, qui doit être présenté en spécialités commerciales dont la concentration ne dépasse pas 10 p. cent ;

La concentration d'emploi agricole ne doit pas dépasser 0,5 p. cent de matière active et l'application de la solution doit être faite au collet des plantes.

Les spécialités ne doivent être délivrées qu'après signature, par l'utilisateur, d'une lettre-contrat établie en trois exemplaires destinés respectivement au vendeur, à l'acheteur et au service régional intéressé de la protection des végétaux.

La lettre-contrat devra préciser la nature et les quantités de spécialités achetées, les superficies des cultures à traiter, le nom de la commune ou des communes où elles sont situées, le nom et l'adresse de l'acheteur.

Dans cette lettre-contrat, l'acheteur s'engagera :

a) à effectuer uniquement les traitements sur houblons ;

b) à observer strictement les précautions d'emploi qui sont prescrites ;

c) à permettre l'accès de ses cultures aux autorités chargées du contrôle, particulièrement aux agents du service de la protection des végétaux et agents du service de la répression des fraudes, et à leur faciliter l'exécution de leur mission notamment d'effectuer des prélèvements.

V) Annulation de dispositions antérieures

Sont annulées les dispositions des quatre circulaires ci-après relatives aux substances systémiques :

Circulaire du 24 avril 1953 (*Journal Officiel* du 25 avril) ;
Circulaire du 23 avril 1954 (*Journal Officiel* du 2 mai) ;
Circulaire du 12 mai 1955 (*Journal Officiel* du 17 mai) ;
Circulaire du 26 mai 1956 (*Journal Officiel* du 6 juin) ;

Je vous serais obligé de bien vouloir assurer à la présente circulaire la plus large diffusion possible, notamment en l'insérant au Recueil des actes administratifs et en la signalant à MM. les maires et chefs des services intéressés de votre département.

Journal Officiel de la République Française 1957 (3 avril), p. p. 3507-8.

Arrêtés du 25 mars 1957 portant création d'un comité consultatif de la protection des végétaux dans les territoires d'outre-mer et les territoires sous tutelle

Le Ministre de la France d'Outre-Mer,

Vu la loi n° 52-1256 du 26 novembre 1952 relative à l'organisation de la protection des végétaux dans les territoires relevant du ministère de la France d'outre-mer, et notamment son article 3, paragraphe 2 ;

Sur la proposition du directeur de l'agriculture, de l'élevage et des forêts du ministère de la France d'outre-mer,

Arrêté :

Art. 1er. — Il est institué au ministère de la France d'outre-mer un comité consultatif de la protection des végétaux, chargé de l'étude des questions relatives aux ennemis d'origine biologique des cultures et des produits végétaux.

Le comité est particulièrement chargé d'étudier :

Les mesures de défense et les techniques de lutte que l'introduction ou la pullulation de certains de ces ennemis peuvent rendre obligatoires ;

Les mesures que peut exiger l'importation des produits végétaux pour éviter soit l'introduction de nouvelles espèces nuisibles, soit une extension des espèces nuisibles déjà existantes dans les territoires d'outre-mer ou les territoires sous-tutelle ;

Les mesures que peut exiger l'exportation des produits végétaux pour éviter l'introduction de nouvelles espèces nuisibles dans les pays importateurs ou pour satisfaire aux dispositions de la réglementation phytosanitaire de ces derniers.

Art. 2. — Le comité donne son avis préalable lors de l'établissement, par le ministre de la France d'outre-mer, de la liste des parasites animaux et végétaux réputés dangereux pour les cultures dans les territoires d'outre-mer et les territoires sous-tutelle.

Art. 3. — Le comité consultatif de la protection des végétaux est constitué ainsi qu'il suit :

Le directeur de l'agriculture, de l'élevage et des forêts du ministère de la France d'outre-mer : président ;

Le chef du service central de l'agriculture à la direction de l'agriculture, de l'élevage et des forêts du ministère de la France d'outre-mer ;

Le chef des recherches agronomiques à l'office de la recherche scientifique et technique outre-mer ;

Le directeur des affaires économiques du ministère de la France d'outre-mer ;

L'inspecteur général, chef du service de la répression des fraudes du ministère de l'agriculture ;

Le chef du service de la défense des cultures à l'office de la recherche scientifique et technique outre-mer ;

Le chef du laboratoire de phytopathologie du service de défense des cultures à l'office de la recherche scientifique et technique outre-mer ;

Le chef du laboratoire d'entomologie agricole du service de la défense des cultures à l'office de la recherche scientifique et technique outre-mer ;

Le directeur de la station centrale de zoologie agricole à l'institut national de la recherche agronomique ;

Le chef du service de la protection des végétaux du ministère de l'agriculture ;

Le chef du service de phytotechnie du ministère de la France d'outre-mer : secrétaire.

Le comité comprend, en outre, désignées par le ministre de la France d'outre-mer, onze notabilités scientifiques, spécialistes de zoologie agricole, de pathologie végétale, de phytopharmacie ou de lutte biologique, nommées pour trois ans et dont la nomination est renouvelable.

Art. 4. — Le comité peut s'adjoindre, à titre temporaire, des spécialistes d'outre-mer de passage dans la métropole.

Art. 5. — Le directeur de l'agriculture, de l'élevage et des forêts du ministère de la France d'outre-mer est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Par arrêté du 25 mars 1957, sont nommés membres du comité consultatif de la protection des végétaux, au titre de notabilités scientifiques :

MM.

Fabre, membre de l'Institut, doyen de la faculté de pharmacie.

Heim, membre de l'Institut, directeur du Muséum national d'histoire naturelle.

Balachovsky, chef de service à l'Institut Pasteur.

Cuille, chef de la division de défense des cultures de l'institut des fruits et agrumes coloniaux.

Borst, sous-directeur du laboratoire de zoologie du Muséum national d'histoire naturelle.

Giban, directeur du laboratoire des vertébrés (station centrale de zoologie agricole) de l'institut national de la recherche agronomique.

Grison, directeur du laboratoire de lutte biologique de l'institut national de la recherche agronomique.

Guillemat, maître de conférence à l'école nationale d'agriculture de Grignon.

Pesson, professeur d'entomologie à l'institut national agronomique.

Vayssière, professeur d'entomologie coloniale au Muséum national d'histoire naturelle.

Viennot-Bourgin, professeur de pathologie végétale à l'institut national agronomique.

Les notabilités désignées ci dessus sont nommées pour trois ans, à dater du 25 mars 1957. Leur nomination est renouvelable.

Journal Officiel de la République française, Paris, 1957 (7 avril), p. 3695.

MISE EN VALEUR

Arrêté n° 2963/M.C. AGR. du 11 octobre 1956 créant au Moyen Congo un comité de modernisation rurale.

J. O. de l'A. E. F., 1956 (1er nov.), p. 1403.

Arrêté n° 0040-SE/ED/CC du 28 janvier 1957 réglementant la culture du tabac à Madagascar

Le Gouverneur Général.

Arrête :

Dispositions générales

Article premier. Tout cultivateur non salarié pratiquant la culture du tabac sur un fonds qui ne lui appartient pas est lié avec l'exploitant du fonds par un contrat d'une nature particulière dont les termes sont précisés par les dispositions suivantes.

Art. 2. L'exploitant doit justifier de sa qualité par la possession de la carte de planteur.

Art. 3. Le contrat de culture du tabac, s'il ne donne pas lieu à une convention écrite dont le modèle est annexé au présent arrêté, doit être considéré comme parfait lorsque les formalités prévues à l'article 13 ont été accomplies.

Obligations de l'exploitant

Art. 4. L'exploitant est tenu, si le cultivateur n'a aucun autre logement, de lui fournir un logement convenable construit suivant les usages locaux et soumis aux prescriptions des textes ou vigueur sur la police sanitaire. Il peut, si tel est l'usage, donner les matériaux de construction et payer au cultivateur un nombre de journées correspondant au travail de construction de l'habitation. Ce nombre de journées est fixé par arrêté provincial.

Art. 5. L'exploitant doit mettre à la disposition du cultivateur des terrains de culture d'une surface de 30 ares au minimum que ce dernier s'engage à cultiver entièrement en tabac.

Art. 6. Un terrain réservé aux cultures vivrières de même superficie doit, autant que possible, être mis à la disposition du cultivateur. Les parcelles doivent être facilement identifiées et le produit de ces cultures lui est entièrement réservé.

Si l'exploitant ne peut faire face à cette obligation, il doit fournir au cultivateur un approvisionnement en riz ou paddy à un prix normal.

Art. 7. L'exploitant doit, à l'époque qu'il juge favorable, procéder à ses frais : aux épandages d'insecticides et d'engrais, défrichements, labours, hersages, pulvérisages, irrigations et à toutes autres façons culturales qu'il estimera indispensables.

Art. 8. L'exploitant supporte toutes les dépenses relatives aux opérations effectuées après l'achat du tabac séché sur les lieux de production.

Art. 9. L'exploitant doit acheter au cultivateur toute sa production marchande.

La réfaction pour humidité excessive ou mauvais triage appliquée par l'exploitant ne peut dépasser en moyenne 15 p. 100 du poids brut et l'exploitant ne peut livrer à la régie un poids net de tabac supérieur à celui qu'il a acheté suivant ses livres d'achat.

Art. 10. Le prix minimum du tabac séché est fixé chaque année par arrêté du chef de province après consultation d'une commission provinciale et par référence aux prix payés par la mission métropolitaine d'Etat pour ses achats de tabac séché.

Art. 11. Les paiements doivent être effectués dans les meilleurs délais et, sauf cas de force majeure, dans la semaine suivant la livraison.

Art. 12. L'exploitant doit obligatoirement, au profit de ses cultivateurs, contracter une assurance (cas graves) contre les accidents du travail. Il a également à sa charge, pour le cultivateur et sa famille, les soins médicaux courants et la distribution gratuite et régulière d'un médicament antipalustre agréé par le service de santé.

Art. 13. L'exploitant doit tenir les livres d'achat, sur lesquels sont inscrits les cultivateurs et où la situation de ceux-ci vis-à-vis de l'exploitant est décrite. Il doit faire les achats de tabac en public et remettre au cultivateur à l'issue de chaque achat une carte émargée par ses soins portant les indications suivantes :

1° L'identité des parties ;

2° L'identification sommaire des parcelles de culture de tabac et des terrains de culture vivrière ;

3° Le poids et le prix du tabac livré ;

4° Le montant des avances ;

5° Le solde du compte.

Le modèle de ces documents est annexé au présent arrêté.

Obligations du cultivateur

Art. 14. Le cultivateur doit exécuter lui-même, suivant les directives techniques qui lui sont données par l'exploitant, toutes les façons culturales des semis au manoquage du tabac séché inclus.

Art. 15. Le cultivateur doit assurer l'entretien des canaux d'irrigation et de drainage ainsi que des chemins qui desservent la parcelle qu'il cultive. Il doit également maintenir en bon état le logement qui lui est attribué.

Art. 16. Les séchoirs provisoires sont édifiés par le cultivateur sous le contrôle et la surveillance de l'exploitant, les gros matériaux étant fournis par ce dernier.

Art. 17. L'exploitant peut, en cas de défaillance constatée du cultivateur, faire exécuter tous les travaux de conservation aux frais de celui-ci ; les journées de travail nécessaires sont décomptées au taux du salaire pratiqué sur l'exploitation.

Art. 18. Le cultivateur s'engage à livrer à l'exploitant la totalité de sa récolte de tabac séché et manoqué.

Art. 19. Le cultivateur rembourse les avances consenties par l'exploitant, en espèces, au moment des achats. Ces avances sont faites sans intérêt et ne peuvent être supérieures à l'équivalent du prix moyen de 105 kilogrammes de tabac brut par superficie de trente ares cultivée.

Art. 20. Si, avant la livraison, la totalité ou une partie de la récolte est enlevée par cas fortuit, le cultivateur n'a pas d'indemnité à réclamer à l'exploitant. Dans le cas où l'exploitant a assuré le tabac sur pied ou en séchoir, le cultivateur reçoit le tiers de l'indemnité touchée par l'exploitant.

Dispositions diverses

Art. 21. La durée des engagements réciproques afférents à la culture du tabac ne peut être inférieure à une campagne de culture ni supérieure à six ans. Ces engagements sont renouvelables par tacite reconduction. Ils cessent de plein droit à l'expiration du terme fixé sans qu'il soit nécessaire de les dénoncer.

Art. 22. La mort de l'exploitant ne résout pas le contrat. Le contrat est résolu par la mort du cultivateur ; les membres de la famille de ce dernier peuvent assurer l'entretien des cultures jusque et y compris la réalisation de la récolte pendante au moment du décès. Si les membres de la famille font défaut, l'exploitant remet aux ayants droit une indemnité correspondant aux travaux effectués et aux frais engagés.

Art. 23. Si l'exploitant vend le fonds exploité, l'acquéreur ne peut expulser le cultivateur qu'à la fin du contrat en cours.

Art. 24. Les documents prévus à l'article 12 sont produits à toute demande de l'autorité administrative.

Art. 25. Toute contestation est soumise à l'arbitrage d'une commission présidée par le chef de district et composée d'un représentant des services agricoles, d'un représentant des cultivateurs et d'un représentant des exploitants. Ces derniers sont, ainsi que leurs suppléants, chaque année désignés par arrêté du chef de province. En cas de partage, la voix du président est prépondérante.

Si la sentence arbitrale n'est pas acceptée, les voies de droit demeurent ouvertes aux parties.

Art. 26. La commission d'arbitrage est réunie à la diligence du chef de district qui en fixe les règles de fonctionnement.

Art. 27. Des arrêtés des chefs de province, après avis des assemblées provinciales, compléteront et préciseront les modalités d'application du présent arrêté.

Art. 28. Le présent arrêté sera enregistré, publié ou communiqué partout où besoin sera.

ANNEXE I

Registre tenu par l'exploitant

(Article 12 de l'arrêté du 28 janvier 1957)

Nom et prénoms du cultivateur	Indication de la surface cultivée (en ares)	Avances consenties	Poids brut du tabac acheté (en kg.)	Pourcentage de la réfaction effectuée	Prix du tabac acheté	Solde du compte

ANNEXE II

Nom et prénoms du cultivateur
Fils de (*zana-dR*)
Et de (*sy R*)
Né à (*teraka tao*)
le (*tamin'ny*)

Photographie ou empreinte digitale *Sary na mariky ny rantsantànana*

Madagascar et dépendances

Province de .....
District de .....

Domicile .....
Fonenana
Province .....
District .....
Canton .....
Village.....

N° du livret d'identité .....
N° *ny karatra isan-dahy*. .....

Signalement :
Cheveux.....
Ny volony
Yeux (*masony*).....
Bouche (*vavany*) .....
Taille.....
(*Ny halavary*)
Marques particulières.....
(*Marika manokana momba ny tenany*).

N°

CONTRAT DE CULTURE DE TABAC

Nom et prénoms de l'exploitant ..... (*Fanekena momba ny fambolena paraky*)
Anarana sy fanampin' anaran' ny mpampiasa (Art. 3 de l'arrêté du 28 janv. 1957)
Nationalité (*Fireneny*)
Domicile (*Fonenana*) entre le cultivateur (*mpamboly*)

CLAUSES DU CONTRAT

Nature du travail : culture du tabac et l'exploitant .....
Karazan' asa atao (*tompon' ny tanim-paraky*

Lieu où s'effectue le travail / *Toerana iasana* — Province ..... District .....
Canton ..... Localité ou endroit .....
Propriété dite (*Ny tany atao hoe*) .....
Nature du titre (foncier ou domanial) .....
Surface cédée en culture (*Haben' ny tany omena hovolena*) .....
Délimitation de la parcelle (*Faritry ny tany*) .....
Durée du contrat (*Faharetan' ny fanekena*) .....
Conditions de logement (*Fepetra momba ny trano itoerana*) .....
Superficie de la parcelle de terrain pour cultures vivrières .....
Haben' ny tany hozakain' ny mpamboly hanaovany voly ivelomany .....

ANNEXE III (*recto*)

Province de .....
District de .....
Canton de .....
Village de .....

CARTE DE CULTIVATEUR DE TABAC

Nom de l'exploitant .....
(*anaran'ny tompon-tanim-paraky*)
Nationalité ..... Domicile .....

	Poids du tabac séché livré en kg (*lanjan'ny paraky maina mampidirinakilao*)	Prix du tabac payé (*vidim-paraky voaloa*)	Montant des avances (*vola voaray mialoha davasy*)	Solde du compte (*ambiny*)
Nom et prénoms du cultivateur ..... (*anarana sy fanampin' anaran' ilay mpamboly*)				
Fils de (*zana-d*)				
et de (*sy*)				
Né à ..... (*teraka tao*)				
le ..... (*Tamin' ny*)				
Domicile (*fonenana*) — Province ..... District ..... Canton ..... Village				
Livret d'identité ..... (*Nomeraon' ny karatra isan-dahy*)				
Identification sommaire des parcelles de culture de tabac (*filazana tsotsotra hahalalana ireo tany ambolem-paraky*) :				
— Propriété dite ..... (*ny tany atao hoe*)				
— Nature du titre ..... (foncier ou domanial - *vita baorina na tanimpanjakana*)				
— Surface cédée en culture ..... (*ny habeny*)				
Identification sommaire des parcelles vivrières (*filazana tsotsotra hahalalàna ireo tany hanaovana voly ivelomana*) :				
— Propriété dite ..... (*ny tany atao hoe*)				
— Nature du titre ..... (foncier ou domanial, *vita baorina na tanimpanjakana*).				
— Surface cédée en culture ..... (*habeny*)				

(*verso*)

(Suivant arrêté du.....)
(*Araky ny didy* (arrêté) *tamin' ny*)

Obligations de l'exploitant
(*Andraikitry ny tompon' ny tanim-paraky*)

— Fournir logement construit suivant les usages locaux.
— 30 ares de terrains de culture pour le tabac.
— 30 ares de terrains pour les cultures vivrières ou approvisionnement en riz ou paddy à un prix normal.

— Procéder à ses frais, à l'époque qu'il juge favorable, aux défrichements, labours, hersages, épandages d'insecticides et d'engrais, et toutes autres façons culturales qu'il juge indispensables.

— Acheter toute sa production marchande (réfaction moyenne maxima à appliquer 15 p. 100 du poids brut).

— Prix minimum du tabac fixé chaque année par arrêté provincial.
— Paiements effectués en cours de la semaine suivant la livraison.

— Contracter au profit du cultivateur une assurance (cas graves) contre les accidents du travail.

— Fournir au cultivateur et à sa famille les soins médicaux et distribution gratuite et régulière de médicament antipalustre.

— Miantoka trano vita araky ny fomba any an-toerana.
— Manome tany 30 ara hambolena paraky.
— Manome tany 30 ara hambolena hanim-pihinana iveloman' ny mpamboly ; raha tsy izany dia manome vary na vary akotry azyka amidy araky ny vidiny ara-dalàna.
— Mampanao amin' ny fotoana heveriny ho mety, ka azy ny lany amin'izany,ireto asa aman-draharaha ireto: fanalana ny kirihitra, fiasana ny tany sy fanaovana hersa, fandrarahana fanafody mamono bibikely sy fanelezana zezika, ary izay karazan' asa hafa rehetra heveriny ho tena ilaina.
— Mividy ny paraky vokatry ny taniny rechetra izay tsara azo amidy (tsy ahoatra ny 15 isan-jatony ny fampihenan-danja amin ny paraky raha sendra ka misy antony tokony hampiharana izany).
— Didy (arrêté) ataon' ny province no mametra isantaona ny vidiny ambany indrindra amin'ny paraky.
— Ny fandaovana ny vidim-paraky dia tanterahina ao anatin' ny herinandro manaraka ny fotoana nandraisana ny paraky.
— Miantoka assurance (fiantohana amin' ny zavabaventy) ho an' ilay mpamboly momba ny fahavoazana mety ho tonga eo alin' ny fiasana.
— Ho an' ny mpamboly sy ny ankohonany : miantoka ny fitsaboana andavanandro, mizara maimaim-poana sy arapotoana fanafody fanefitra amin' ny tazo.

Obligations du cultivateur
(*Andraikitry ny mpamboly*)

— Sous direction technique de l'exploitant, exécution des façons culturales des semis au manoquage du tabac séché.

— Assurer entretien canaux de drainage et d'irrigation et chemins qui desservent la parcelle cultivée.

— Maintenir en bon état le logement.
— Construction des séchoirs provisoires avec gros matériaux qui lui sont fournis.
— En cas de défaillance constatée du cultivateur, les travaux sont exécutés aux frais de celui-ci.

— Livrer la totalité de sa récolte de tabac séché et manoqué.
— Rembourser les avances, dont le maximum est égal au prix moyen de 105 kilogrammes de tabac brut par 30 ares cultivés

— Araky ny toro-marika omen' ny tompon' ny tanim-paraky, dia manatanteraka ireo asa oman-draharaha isankarazany, hatramin' ny famafazana ny voa ka hatramin' ny famehifehezana ny paraky maina.
— Mitandrina amin' izay tsy hahasimba ireo lakan-drano (manamaina ny tany na mitaridrano mankao) sy ireo làlana mankamin' ny tany voavoly.
— Mikarakara ho tsara mandrakariva ny trano nomena ipetrahany.
— Manorina fanahazan-paraky vonjy maika-ka ny savatra vaventy ilaina amin' izany dia homena azy.
— Raha sendra misy tsy fahavitan' ny mpanboly ireo asa amandraharaha voalaza ho andraikiny, dia ampanaovina ireo ka ny lany amin' izany dia izy no miantoka.
— Mivarotra ny paraky maina sy voafehy vokany rehetra.
— Mamerina izay vola noraisiny mialoha « davasy » (raha be indrindra izany vola raisina mialoba izany « davasy », isaky ny tany 30 ara voavoly dia mitovy amin' ny vidin' ny paraky 105 kilao tsy mbola voavoatra).

J. O. de Madagascar, 1957 (9 février), p. 307.

STATISTIQUES

PRINCIPAUX PRODUITS AGRICOLES ET FORESTIERS EXPORTÉS DES TERRITOIRES D'OUTRE-MER

de 1946 à 1956 *

Produits	Milliers de tonnes			Francs C. F. A. (en millions)	
	Moyenne 1946-1950	Moyenne 1951-1955	1956	1955	1956
AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE					
Animaux vivants	23,1	36,9	40	1.068	962
Poissons secs, salés, fumés	—	5,9	9	404	449
Bananes fraîches	42,3	96,1	116	1.892	1.643
Café vert	52,2	76,1	131	13.537	16.775
Arachides en coques	1,7	23,2	8	591	241
Arachides décortiquées	210,3	188,1	280	6.568	11.573
Amandes palme et palmistes	63,9	77,8	87	1.889	1.890
Amandes de karité	16,4	10,5	6	124	80
Gomme arabique, copal	5,5	4,4	5	248	268
Kapok égrené	—	0,7	0,9	108	92
Huile d'arachide	49,1	78,6	99	7.492	8.437
Huile de palme	7,6	14,5	18	746	755
Beurre de karité	2,1	1	2	40	90
Cacao	42,8	61,1	76	11.060	8.404
Tourteaux	66,5	109	141	1.934	1.964
Cuirs, peaux, bruts et tannés	—	2,6	3	279	305
Bois	64,7	107,8	216	1.283	1.299
Coton égrené	1,5	1,5	1,0	250	129
Sisal	0,6	0,3	—	6	—
TOGO					
	Tonnes				
Animaux vivants	357	1.740	1.157	36	26
Café vert	3.432	3.225	6.406	544	817
Manioc brut, farine, fécule, semoule	3.201	2.826	4.722	59	106
Tapioca	50	2.186	1.612	54	60
Arachides décortiquées	3.473	2.905	2.992	157	130
Coprah	6.212	5.211	4.575	145	144
Amandes palme, palmistes	7.526	8.748	11.555	206	237
Graines de ricin	160	271	358	5	6
Amandes de karité	2.264	1.376	248	6	3
Huile de palme	370	598	2.119	54	68
Beurre de karité	32	11	—	—	—
Cacao	5.250	8.645	4.555	2.209	483
Cuirs, peaux bruts et tannés	179	112	—	—	—
Coton égrené	2.187	1.667	1.195	206	110
Graines de coton	2.531	1.992	1.332	19	12
Graines de kapok	592	386	—	5	—
Kapok égrené	341	329	219	34	25

* D'après le *Bulletin mensuel de statistiques d'outre-mer*, 1957 (mai-juin).

PRINCIPAUX PRODUITS AGRICOLES ET FORESTIERS EXPORTÉS DES TERRITOIRES D'OUTRE-MER *(suite)*

de 1946 à 1956

Produits	Tonnes			Francs C. F. A. (en millions)	
	Moyenne 1946-1950	Moyenne 1951-1955	1956	1955	1956
CAMEROUN					
Animaux vivants	—	947	186	13	27
Bananes fraîches	27.455	65.661	60.087	1.229	1.064
Café vert	6.917	10.573	17.801	2.322	2.654
Riz	—	177	46	18	1
Maïs	—	17	26	ε	0,1
Arachides décortiquées	—	7.201	8.971	286	321
Amandes palme, palmistes	29.324	20.281	16.387	377	375
Huile d'arachide	—	73,2	59	33	5
Huile de palme	3.185	2.768	823	76	38
Cacao	41.198	53.202	45.965	8.128	4.541
Tabacs bruts	—	753	818	162	117
Caoutchouc brut	2.593	2.847	2.980	454	325
Cuirs, peaux bruts et tannés	—	995	776	116	78
Bois	56.638	86.416	121.027	926	1.003
Coton égrené	—	1.347	5.276	588	731
AFRIQUE ÉQUATORIALE FRANÇAISE					
Animaux vivants	13.444	22.261	18.527	224	244
Viandes fraîches et congelées	—	1.049	1.637	138	141
Poissons secs, salés, fumés	—	67	677	7	27
Café vert	3.700	3.995	5.894	485	744
Amandes palme, palmistes	8.255	8.507	7.912	185	172
Amandes de karité	—	61	—	—	—
Gomme arabique, copal	309	168	80	6	2
Huile de palme et palmiste	2.640	2.740	3.288	118	148
Cacao	1.861	2.545	2.946	391	265
Tabacs bruts	—	451	549	59	39
Arachides	—	2.087	9.366	186	356
Caoutchouc brut	432	110	237	16	28
Cuirs, peaux bruts et tannés	482	849	844	72	84
Bois	190.470	422.918	653.789	5.431	5.205
Coton égrené	22.335	29.250	37.472	4.522	4.681
Sisal	—	1.325	1.322	49	46

ÉCOLE TECHNIQUE D'OUTRE-MER. — LE HAVRE

Assure en 2 ans la formation des *Techniciens polyvalents pour Outre-Mer.* Admission par concours, juin et septembre. 18 ans minimum. Renseignements au secrétariat : 1, rue Dumé-d'Aplemont. — LE HAVRE. Tél. 42 73-16.

Le Gérant : A. ANGLADETTE.

3707. — Imp. JOUVE, 15, rue Racine, Paris. — 12-57

Onduline

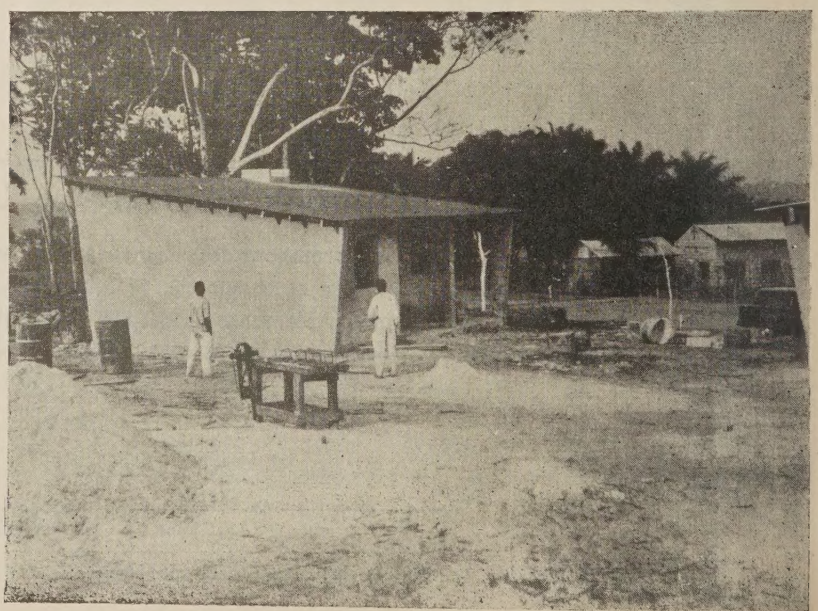
PLAQUES DE COUVERTURE ET BARDAGE

ONDULÉES - ASPHALTÉES - PLASTIFIÉES

Légère (4 kg au m²)
Imputrescible
Souple, élastique, incassable
Isotherme
Économique

Dépôts en :

AFRIQUE DU NORD
A.O.F. MADAGASCAR A.E.F.
OCÉANIE GUYANE ANTILLES

Adresses de nos dépositaires
et documentation gratuite sur demande

Siège Social : OFIC
5, Rue de la Paix — PARIS (2e)